



Universidade do Minho

Escola de Ciências

Carlos Filipe Barros Baptista

**Influência da atividade física nas habilidades visuais
em jogadores de futebol**

Dissertação de Mestrado

Mestrado em Optometria Avançada

Trabalho efetuado sob a orientação do

Professor Doutor Jorge Manuel Martins Jorge

Outubro 2018

DECLARAÇÃO

Nome: Carlos Filipe Barros Baptista

Endereço electrónico: carlosbaptista666@gmail.com Telefone: 919877965

Número do Bilhete de Identidade: 14904042

Título dissertação: Influência da atividade física nas habilidades visuais em jogadores de futebol

Orientador: Prof. Doutor Jorge Manuel Martins Jorge

Ano de conclusão: 2018

Designação do Mestrado: Mestrado em Optometria Avançada

É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO PARCIAL DESTA DISSERTAÇÃO, APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE;

Universidade do Minho, 25/10/2018

Assinatura: _____

*“If i have seen further it is by standing
in the shoulders of Giants”*

- Isaac Newton, 1675

Agradecimentos

Quero agradecer aos dirigentes, staff, equipa técnica e sobretudo aos jogadores envolvidos no projeto, pela colaboração e disponibilidade demonstrada. Só a cooperação das diferentes estruturas permitiu que fosse possível criar este trabalho.

Ao meu orientador, o Prof. Doutor Jorge Jorge, por ter partilhado comigo toda a sabedoria, informação e paixão pela optometria desportiva. Por fazer dos problemas, soluções.

À minha namorada, Tânia, que caminhou ao meu lado nesta jornada. Por ser um pilar, uma fonte inesgotável de ideias e de ânimo. Foi parte fundamental deste percurso, ajudando-me a encontrar o rumo certo.

Aos meus pais, porque sem eles tudo seria diferente. Obrigado pelo apoio, por sempre acreditarem em mim e me incentivarem a seguir os meus sonhos.

À Central Óticas e todos os seus colaboradores por sempre se mostrarem prontos a ajudar.

Ao Humberto Oliveira, por ser o meu impulsionador e sempre acreditar no meu potencial.

A todos os professores do MOA pela transferência de conhecimentos que permitiram que a elaboração deste trabalho fosse um pouco mais fácil. Agradecer também a todos os professores da licenciatura, porque esta caminhada começou aí.

Aos meus colegas do MOA, pela companhia neste percurso, pelo suporte e combinar de conhecimentos.

A todos os meus amigos, que me motivaram e me deram força e a todos aqueles que de uma maneira ou de outra contribuíram para este resultado final.

Uma menção ao Dr. Graham Erickson, pela sua participação no CIOCV 2015, que serviu como catalisador para muitas decisões tomadas daí em diante, culminando neste trabalho.

Resumo

Objetivo: Avaliar a influência da atividade física no sistema visual de jogadores de futebol. Aferir a existência de diferenças consideráveis nas capacidades visuais dos atletas antes e depois da realização de um treino desportivo.

Métodos: Foram avaliados 22 jogadores de futebol com idades entre os 19 e 34 anos (média $24,7 \pm 3,98$ anos). Foi medida a refração objetiva com o autorrefratómetro Shin-Nippon (Tóquio, Japão), as forias em visão de perto e visão de longe (*cover test* e teste de Thorington), a estereopsia em visão de perto (Randot Stereo Test), a flexibilidade acomodativa em visão de perto (flippers ± 2.00) e o tempo de reação (sports vision reaction time app), antes e após o treino desportivo.

Resultados: Verificaram-se diferenças estatisticamente significativas, após o treino desportivo, para a estereopsia em visão de perto ($-0,11 \pm 0,21 \log(\text{arcseg})$) ($p=0,024$), para a flexibilidade acomodativa em visão de perto ($0,43 \pm 0,60 \text{ cp10s}$) ($p=0,007$), para o tempo de tempo de reação visual sensorial ($-0,022 \pm 0,034 \text{ s}$) ($p=0,009$) e para o tempo de reação visual total ($-0,023 \pm 0,038 \text{ s}$) ($p=0,014$). Foram encontradas diferenças estatisticamente significativas ao nível da alteração das capacidades visuais, entre jogadores com dominância homónima e dominância cruzada para o tempo de reação visual total ($p=0,045$). Não foi encontrada significância estatística para a relação entre a alteração das capacidades visuais após o treino desportivo e a posição ocupada pelo atleta em campo. Verificou-se ausência de correlação entre a performance desportiva e a alteração das capacidades visuais.

Conclusões: Verificou-se uma tendência para a melhoria de algumas capacidades visuais após o treino desportivo, nomeadamente a estereopsia em visão de perto, a flexibilidade acomodativa em visão de perto, o tempo de reação visual sensorial e o tempo de reação visual total. Com base na lei de Yerkes-Dodson e na alteração dos níveis de estamina, a forma como estas alterações se processam podem estar relacionadas com características individuais e diferir de atleta para atleta.

Abstract

Purpose: Evaluate the difference of physical activity in the visual system of football players. Verify the existence of considerable changes in the athletes visual abilities after the sportive training.

Methods: Were evaluated 22 football players, aged between 19 and 34 years (mean $24,7 \pm 3,98$ years). The objective refraction was measured with the autorefractometer Shin-Nippon (Tokyo, Japan), phorias in near and distant vision (cover test and thorington test), the stereopsis in near vision (Randot Stereo Test), the accommodative facility (flippers ± 2.00) and the reaction time (sports vision reaction time app), before and after the sportive training.

Results: Statistically significant differences were observed, after the sportive training, for stereopsis in near vision ($-0,11 \pm 0,21 \log(\text{arcseg})$) ($p=0,024$), for accommodative facility in near vision ($0,43 \pm 0,60 \text{ cp10s}$) ($p=0,007$), for sensory visual reaction time ($-0,022 \pm 0,034 \text{ s}$) ($p=0,009$) and total visual reaction time ($-0,023 \pm 0,038 \text{ s}$) ($p=0,014$). Statistically significant differences were found for the variation of the visual capacities, between players with homonymous dominance and crossed dominance, in eye-foot relation, for the total visual reaction time ($p=0,045$). Statistically significant differences were not observed for the relation between the variation of the visual capacities and the position that the players occupy in the field. No correlation was observed between the sportive performance and the variation of the visual capacities.

Conclusions: A tendency for the improvement of some visual abilities, after the sportive training, was observed for near vision stereopsis, for near vision accommodative facility, for the sensory visual reaction time and for the total visual reaction time. Based on the Yerkes-Dodson law and in the variation of the stamina levels, the way the alterations are processed may be related to individual characteristics and vary from athlete to athlete.

Índice

AGRADECIMENTOS	IV
RESUMO	V
ABSTRACT	VI
ABREVIATURAS	X
FIGURAS.....	XI
TABELAS.....	XII
1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
1.1 Introdução	15
1.2 Visão e desporto	16
1.3 História da visão e desporto	16
1.4 Influência da visão na performance desportiva	17
1.5 Características visuais do desporto	18
1.5.1 Dinâmico vs. Não dinâmico	18
1.5.2 Atividade prolongada vs. Atividade curta	19
1.5.3 Visão de longe vs. Visão de perto	19
1.6 Processamento da informação visual no desporto.....	20
1.6.1 Modelo de processamento de informação visual na performance desportiva.....	21
1.7 Necessidades visuais em atletas	22
1.7.1 Acuidade visual	25
1.7.2 Estado refrativo	26
1.7.3 Sensibilidade visual ao contraste.....	27
1.7.4 Dominância ocular/Relação olho-pé-mão	27
1.7.5 Visão binocular	28
1.7.6 Acomodação	30
1.7.7 Tempo de reação	31

2	OBJETIVOS E HIPÓTESES DE TRABALHO	33
2.1	Objetivos	33
2.2	Hipóteses de trabalho.....	33
3	MATERIAL E MÉTODOS	34
3.1	Seleção da amostra.....	34
3.2	Procedimentos de avaliação clínica	34
3.2.1	Acuidade visual (AV)	35
3.2.2	Dominância ocular	36
3.2.3	Refração objetiva	36
3.2.4	Visão binocular	36
3.2.5	Acomodação	37
3.2.6	Tempo de reação	38
3.3	Análise estatística	38
3.4	Caracterização da amostra.....	39
4	RESULTADOS	42
4.1	Caracterização do sistema visual	42
4.2	Erro refrativo	43
4.3	Visão binocular	44
4.4	Acomodação.....	45
4.5	Tempo de reação	45
4.6	Influência da dominância.....	47
4.7	Comparação por posição	53
4.8	Rendimento desportivo	62
5	DISCUSSÃO.....	67
6	CONCLUSÕES	76
7	BIBLIOGRAFIA.....	78

8	ANEXOS.....	88
8.1	Anexo 1: Declaração de consentimento informado	89
8.2	Anexo 2: Ficha de avaliação	91

Abreviaturas

AV: Acuidade Visual

AVE: Acuidade Visual Estática

AVD: Acuidade Visual Dinâmica

SVC: Sensibilidade Visual ao Contraste

TR: Tempo de Reação

TRV: Tempo de Reação Visual

TRVS: Tempo de Reação Visual Sensorial

TRVM: Tempo de Reação Visual Motor

VL: Visão de Longe

VP: Visão de Perto

OD: Olho Direito

OE: Olho Esquerdo

CP10S: Ciclos por 10 Segundos

FH VP: Forias Horizontais em Visão de Perto

FH VL: Forias Horizontais em Visão de Longe

EST VP: Estereopsia em Visão de Perto

FA VP: Flexibilidade Acomodativa em Visão de Perto

Figuras

Figura 1.1 Modelo de processamento de Welford [24].....	21
Figura 1.2 Pirâmide de visão no desporto [6]	23
Figura 3.1 Distribuição absoluta da amostra por idade.....	40
Figura 3.2 Distribuição relativa da amostra por posição	40
Figura 3.3 Distribuição relativa da amostra por erro refrativo.....	41
Figura 4.1 Distribuição relativa da lateralidade do olho dominante	47
Figura 4.2 Distribuição relativa da lateralidade da mão dominante	48
Figura 4.3 Distribuição relativa da lateralidade do pé dominante	48
Figura 4.4 Distribuição relativa da amostra em relação ao tipo de dominância.	49
Figura 4.5 Gráfico de correlação entre os valores iniciais da FA VP e a performance	64
Figura 4.6 Gráfico de correlação entre os valores iniciais do TRVS e a performance	65
Figura 4.7 Gráfico de correlação entre os valores iniciais do TRV e a performance	65
Figura 5.1 Lei de Yerkes-Dodson [95]	72

Tabelas

Tabela 4.1 Valores descritivos resultantes da avaliação pré-treino das variáveis utilizadas para a caracterização do sistema visual.....	42
Tabela 4.2 Valores descritivos dos componentes do erro refrativo antes e após um treino desportivo e a sua comparação através do teste de Wilcoxon	43
Tabela 4.3 Valores descritivos das forias horizontais em visão de longe e em visão de perto e da estereopsia em visão de perto antes e após um treino desportivo e a sua comparação através do teste de Wilcoxon	44
Tabela 4.4 Valores descritivos da flexibilidade acomodativa em visão de perto antes e após um treino desportivo e a sua comparação através do teste de Wilcoxon.....	45
Tabela 4.5 Valores descritivos dos componentes do tempo de reação antes e após um treino desportivo e a sua comparação através do teste de Wilcoxon	46
Tabela 4.6 Valores descritivos e comparação através do Teste de Mann Whitney U dos valores iniciais da AVE e AVD, do erro refrativo, visão binocular, acomodação e tempo de reação, para o tipo de dominância	50
Tabela 4.7 Valores descritivos e comparação através do Teste de Mann Whitney U das diferenças nos componentes do erro refrativo, visão binocular, acomodação e tempo de reação, após um treino desportivo, para o tipo de dominância.....	52
Tabela 4.8 Valores descritivos e comparação através do teste Kruskal-Wallis dos valores iniciais de AVE e AVD, em relação à posição que o atleta ocupa no terreno de jogo	54
Tabela 4.9 Valores descritivos e comparação através do teste Kruskal-Wallis dos valores iniciais do erro refrativo, em relação à posição que o atleta ocupa no terreno de jogo.....	55
Tabela 4.10 Valores descritivos e comparação através do teste Kruskal-Wallis das diferenças nos componentes do erro refrativo, após um treino desportivo, em relação à posição que o atleta ocupa no terreno de jogo.....	56
Tabela 4.11 Valores descritivos e comparação através do teste Kruskal-Wallis dos valores iniciais para os componentes da visão binocular e acomodação, em relação à posição que o atleta ocupa no terreno de jogo	57

Tabela 4.12 Valores descritivos e comparação através do teste Kruskal-Wallis das diferenças nos componentes da visão binocular e acomodação, após um treino desportivo, em relação à posição que o atleta ocupa no terreno de jogo	59
Tabela 4.13 Valores descritivos e comparação através do teste Kruskal-Wallis dos valores iniciais para os componentes do tempo de reação, em relação à posição que o atleta ocupa no terreno de jogo.....	60
Tabela 4.14 Valores descritivos e comparação através do teste Kruskal-Wallis das diferenças nos componentes do tempo de reação, após um treino desportivo, em relação à posição que o atleta ocupa no terreno de jogo.....	61
Tabela 4.15 Estudo da relação entre as capacidades visuais iniciais dos atletas e a performance desportiva, através do teste de correlação de Spearman.	63
Tabela 4.16 Estudo da relação entre a alteração nas capacidades visuais, após a realização de um treino desportivo, e a performance desportiva, através do teste de correlação de Spearman.	66

1 Revisão Bibliográfica

1.1 Introdução

O sentido dominante do ser humano é a visão. Cerca de 85 a 90% da informação sensorial adquirida por um atleta durante uma atividade desportiva tem origem visual. [1] Na maioria dos desportos, é necessário que a recolha e o processamento da informação visual sejam rápidos, de modo a munir os atletas de ferramentas que lhes permitam atingir o seu potencial. [2]

Segundo dados da PorData [3], em Portugal, os atletas federados representam 5.75% da população sendo que, 28.5% dos atletas federados praticam futebol e da totalidade de clubes desportivos existentes em território nacional, 17.9% são clubes de futebol. Estes números revelam a inclinação que a população portuguesa tem por este desporto, que pode ser considerado uma herança cultural e com um forte impacto económico. Revelam, também, um mercado estagnado e por explorar a nível interno, tanto no que concerne à investigação científica como na oferta de serviços especializados aos atletas, independentemente do desporto.

A literatura acerca deste tópico é limitada e encontra-se fragmentada entre várias áreas de estudo. A maioria dos trabalhos referem-se a casos isolados e relatos que carecem de modelos de investigação sólidos. Uma das limitações reveladas é a dificuldade em isolar o fator visual dentro da componente desportiva. Grande parte dos estudos realizados centram-se na comparação das funções visuais entre atletas de divisões de topo e os seus pares de divisões inferiores ou não-atletas, na avaliação das capacidades visuais dos atletas, na efetividade do treino visual e a sua influência no rendimento desportivo e na gestão de lesões oculares comuns no desporto. [2]

A visão é reconhecida como um fator crítico em contexto desportivo, mas ainda existe debate no que concerne à superioridade das funções visuais dos atletas e na efetividade do treino visual. [2]

1.2 Visão e desporto

O termo *visão desportiva* é utilizado para descrever um conjunto de serviços visuais aplicados aos atletas. Os profissionais que se dedicam a esta área são responsáveis pela prevenção de lesões oculares associadas ao desporto, avaliação e correção de deficiências visuais funcionais passíveis de provocar um impacto negativo na performance desportiva, serviço especializado de lentes de contacto tendo em atenção fatores ambientais inerentes ao desporto e as posições de fixação do olhar, levantamento das características visuais específicas de cada desporto e a sua otimização através de treino visual adequado e trabalho de consultoria junto dos atletas e equipa técnica, delineando estratégias relacionadas com a melhoria e a consistência da performance desportiva. [2]

1.3 História da visão e desporto

Uma das primeiras publicações acerca da aplicação de um dispositivo ótico no “desporto” referia-se ao uso de uma máscara com fendas finas, por parte dos esquimós. Este artefacto, provavelmente, contribuía para a redução de encandeamento causado pela reflexão da luz solar na neve e em simultâneo atuava como um buraco estenopeico permitindo uma visão aprimorada do alvo de caça. [4]

Não era recorrente a utilização de compensação ótica em desportos, principalmente devido a questões práticas e estéticas. O tipo de armações disponíveis não eram tipicamente apropriadas para uso desportivo, a tecnologia de lentes de contacto não se desenvolveu como uma opção viável para a maioria dos atletas até finais do século XX e as opções refrativas existentes não se tornaram vantajosas até aos anos 90. [2] [5]

A avaliação das capacidades visuais em atletas também se tornou uma área de interesse. A primeira citação encontrada na literatura teve em conta as capacidades

sensoriais e motoras do jogador de baseball Babe Ruth em 1921. O sistema visual de Ruth foi considerado 12% mais rápido e 90% mais eficiente que a média da população. Ainda que o estudo fosse relativamente rudimentar, permitiu que fosse dada atenção à importância da visão no sucesso desportivo e revelou a necessidade de um maior entendimento em relação ao modo como o sistema visual e o resto do corpo trabalham em conjunto na performance desportiva. Posteriormente, este relatório, deu origem a um artigo que discutia o papel da visão no baseball. [6]

O crescente interesse no papel da visão no desporto despoletou a criação de organizações para facilitar a comunicação profissional. Em 1978, estabeleceu-se, nos Estados Unidos da América, a Sports Vision Section of The American Optometry Association (AOA) que serviu de modelo para a criação de associações similares no Canadá, no Reino-Unido, em Itália e na Austrália. [2]

1.4 Influência da visão na performance desportiva

Estando estabelecido o papel determinante que o sistema visual tem na performance desportiva, persiste o debate acerca da melhoria da performance visual através de um treino visual apropriado.

Alguns autores defendem que, apesar de se registarem melhorias na performance, não há correlação entre o treino visual e um melhor rendimento desportivo. Cockerill afirma que não há evidência científica sólida para suportar a premissa de que o treino visual melhora a performance desportiva [7], Abernethy justifica a melhoria dos aspetos do treino visual com a familiaridade de teste [8], e Hill considera que as melhorias existentes estão relacionadas com o efeito placebo associado ao treino [5].

Por outro lado, existem defensores da correlação entre treino visual e rendimento desportivo. Loran e Griffiths, encontraram correlação entre as capacidades visuais e as capacidades desportivas em jovens jogadores de futebol de topo. Todos os sub-14 rejeitados pelo Nottingham Forest Football Club apresentaram deficiências em

capacidades visuais relacionadas com a prática de futebol [9]. Foi registado, em 2 estudos, um aumento significativo na performance que se seguiu a um treino visual, em dois desportos diferentes, nomeadamente, basebol e hóquei. [10] [11]. Atletas de elite apresentam capacidades percetuais superiores. Esta habilidade pode ser treinada especialmente em jovens jogadores [12]. Por fim, destaca-se um debate na primeira conferência internacional da associação de visão e desporto em 1999. A audiência era composta por optometristas, oftalmologistas, óticos, cientistas do desporto, psicólogos desportivos e treinadores. Oitenta e cinco por cento dos presentes defendiam que o treino visual contribui para a melhoria da performance desportiva. [5]

1.5 Características visuais do desporto

Atualmente são reconhecidos, pelo Comité Olímpico Internacional, 57 desportos. Qualquer um destes desportos é uma oportunidade para atuação da optometria desportiva. [13]

Não existem dois desportos iguais, e diferentes desportos vão exigir a execução de diferentes tarefas em diferentes condições, o que irá determinar as exigências visuais necessárias para obter a melhor performance. É possível dividir os desportos em 3 grandes grupos do ponto de vista da exigência do sistema visual. [14]

1.5.1 Dinâmico vs. Não dinâmico

Podem dividir-se os desportos segundo a origem da informação visual. Existem desportos com tarefas dinâmicas nas quais a informação visual se encontra em movimento, havendo a necessidade de processamento das constantes alterações da mesma. O atleta tem que ser capaz de realizar este processamento de forma correta ao mesmo tempo que se move. Inserem-se neste contexto, por exemplo, o futebol e o basquetebol. Existem também desportos nos quais informação visual é estacionária,

permitindo que uma imagem estável seja processada. Estas tarefas permitem uma maior precisão na resposta motora baseada numa informação visual estável. São exemplos, desportos de tiro e o golfe. [14]

1.5.2 Atividade prolongada vs. Atividade curta

A duração de um jogo determina por quanto tempo um atleta tem de sustentar a performance visual. Num estudo, realizado por Obstfeld et al em 1995, determinou-se que na maioria dos desportos os jogos não ultrapassavam as duas horas de duração. [15]

Os desportos, cujo tempo completo de jogo ultrapasse uma hora de duração são considerados desportos de atividade prolongada, como, por exemplo, o futebol ou o hóquei. Considera-se o oposto em relação aos desportos de curta duração, consistindo em atividades mais breves, como, por exemplo, desportos de tiro e esqui. [14]

O tempo será um fator de influência da performance visual porque os atletas terão de manter um alto nível de processamento da informação visual durante o período de jogo, de modo a não influenciar negativamente a performance desportiva. [14]

1.5.3 Visão de longe vs. Visão de perto

A distância à qual se situa a maior parte da informação visual recebida por um atleta durante um jogo pode ser analisada para determinar as exigências visuais desse atleta.

Estamos perante um desporto que envolve maioritariamente a visão de longe quando a maior parte da informação visual se localiza a mais de 3 metros do atleta, como podemos observar no futebol ou no voleibol. Quando a informação se situa numa distância inferior à referida, o atleta fará maior uso da visão de perto/intermédia, como é o exemplo do bilhar. [14]

1.6 Processamento da informação visual no desporto

Como descrito anteriormente, existe ainda algum debate relativamente ao facto de o sistema visual ser considerado um fator crítico para a performance desportiva.

A fisiologia do sistema visual de inúmeros atletas tem sido estudada e comparada com os de não atletas, atletas iniciantes e outros atletas com níveis variáveis de capacidade desportiva. Alguns autores defendem que os atletas possuem uma fisiologia do sistema visual superior que lhes permite processar e analisar informação visual crítica de forma mais eficiente que os seus pares. [16] [17] [18] Outros apoiam a hipótese de que os sistemas visuais não são fisiologicamente superiores, mas os atletas de elite são capazes de utilizar a informação visual disponível de forma mais eficiente e efetiva do que os atletas iniciantes. [19] [20]

Existem vários fatores passíveis de influenciar a performance desportiva, como por exemplo, fatores biomecânicos, visuais e cognitivos. Parte-se do pressuposto que especialistas destas áreas de relevância irão encontrar justificações para a importância dos fatores da sua área de especialização, porque a avaliação aos atletas é feita através da perspetiva da área em que atuam. Respostas definitivas para questões globais raramente são encontradas isolando fatores sem considerar o processo completo. [21]

Erickson, utiliza os exemplos do golfe e da sensibilidade visual ao contraste (SVC) para explorar de forma mais certa este debate. Para os defensores da segunda hipótese, o processamento da informação visual desempenha um papel de maior destaque face à forma como é captada essa informação. Assim sendo, não é a habilidade do golfista em observar os detalhes do verde da relva que é crítica quanto vai efetuar um putt (gesto técnico utilizado no golfe) mas sim a habilidade do golfista em interpretar a informação visual de forma a escolher a direção e distância apropriadas para o putt. Isto é um argumento válido quando se compara um golfista amador e um profissional com o mesmo nível de habilidades visuais. Ambos recebem informação visual similar, mas a experiência do profissional vai permitir uma melhor interpretação dos contrastes

do verde da relva, o que irá proporcionar um melhor julgamento em relação ao atleta amador. No entanto, quando se comparam atletas com nível de experiência semelhantes, um golfista com uma SVC deficiente irá estar em desvantagem na leitura dos contrastes quando comparado com outro golfista com uma SVC excelente. [21]

Informação visual não otimizada vai impedir que o atleta alcance a máxima performance, independentemente do máximo desenvolvimento do processamento cognitivo da informação visual. [21]

1.6.1 Modelo de processamento de informação visual na performance desportiva

Vários modelos de processamento de informação foram desenvolvidos de forma a entender a natureza exata dos processos que ocorrem durante uma performance desportiva.

É apresentado, na figura 1.1 um modelo proposto em primeira instância por Welford [22], sofrendo mais tarde modificações. [20] [23] Este modelo providencia uma abordagem útil para a compreensão de aspetos relevantes da performance desportiva.

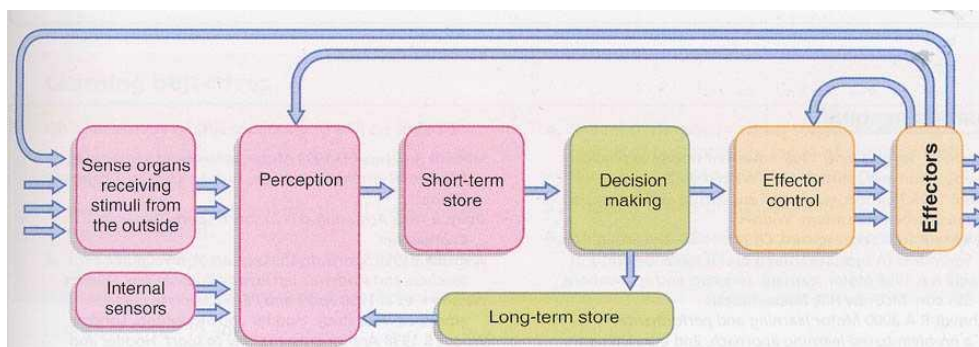


Figura 1.1 Modelo de processamento de Welford [24]

O modelo de processamento de informação presente na figura 1.1 propõe que a performance desportiva é resultado de três mecanismos de processamento central: o mecanismo perceptual, o mecanismo de decisão e o mecanismo efetor.

O mecanismo perceptual recebe informação de vários recetores sensoriais, associados, por exemplo, à visão, tato e audição. A capacidade dos canais sensoriais limita a quantidade de informação que pode ser processada, o que requer que a informação adquirida que tem relevância imediata para a execução da tarefa em causa, seja seleccionada para processamento ao mesmo tempo que a informação sensorial irrelevante seja filtrada através dos processos neurológicos relevantes. Estudos sugerem que a experiência e capacidade do atleta para manter a atenção são determinantes para a existência de um processo de seleção e filtragem corretos. [22] [25]

A informação sensorial anteriormente processada será analisada pelo mecanismo de decisão. O propósito deste mecanismo é determinar uma resposta motora apropriada, ou em algumas situações a repressão dessa resposta motora. O conhecimento do atleta acerca do desporto e a experiência prévia exercem uma influência substancial na efetividade do processamento de decisão. [21]

A resposta motora seleccionada pelo mecanismo de decisão é transmitida ao mecanismo efetor. Os comandos neurais necessários, para produzir a desejada tarefa no tempo correto, são organizados e enviados para os centros cerebrais apropriados, de forma a que a tarefa seja executada. A resposta motora é iniciada, e controlada pelo mecanismo efetor. Tanto a informação interna como externa é continuamente processada pelos mecanismos perceptual e de decisão permitindo um controlo e ajustamento da resposta motora. [21]

1.7 Necessidades visuais em atletas

O sistema visual fornece informações espaciais e temporais que devem ser processadas e integradas a nível cerebral. Para que este sistema de processamento funcione na sua plenitude, a entrada de informação deve estar otimizada. No desporto, em especial nos desportos de movimentos rápidos, como é o caso do futebol, a informação deve ser recolhida e processada rapidamente, resultando numa resposta

igualmente rápida, permitindo assim que os atletas atinjam o rendimento máximo na respetiva modalidade. [6]

De modo a realizar a avaliação visual de um atleta deve-se, numa primeira fase, identificar quais as habilidades visuais cruciais para o máximo desempenho do mesmo no desporto selecionado. [26]

Na segunda metade da década de 90 as publicações com o foco específico em visão no desporto escasseavam, apesar de se verificar um aumento e grande variação no foco dos estudos. Com o objetivo de organizar os achados científicos e de providenciar uma aproximação sistemática e rigorosa para a compreensão dos vários componentes da visão desportiva, foi desenvolvido o conceito de pirâmide da visão no desporto. [6]

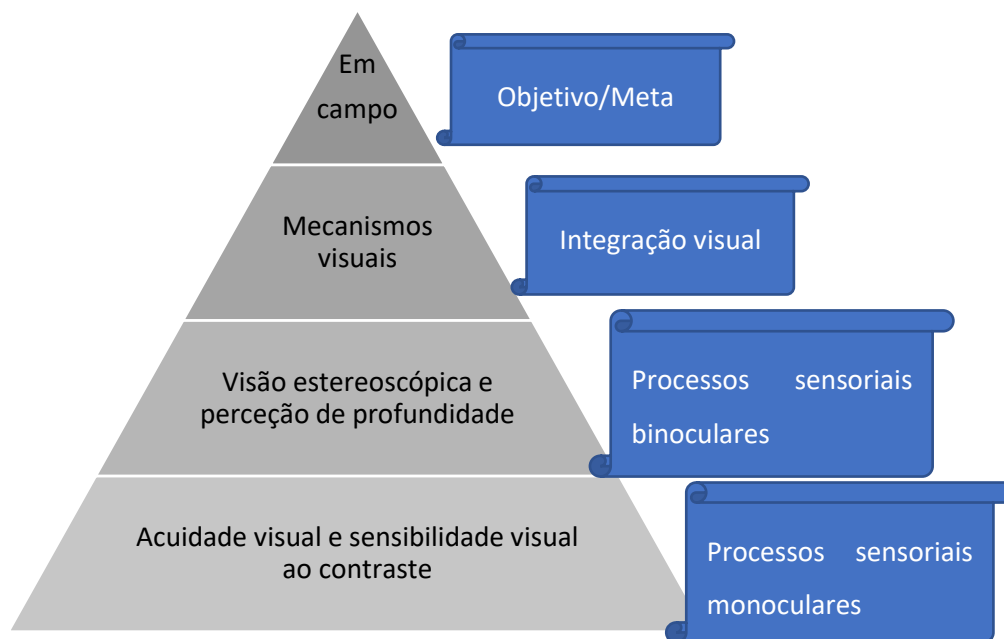


Figura 1.2 Pirâmide de visão no desporto [6]

Cada camada de uma pirâmide é assente em cima da anterior e contribui para a estabilidade de toda a estrutura. De forma a que os objetos no topo, ou próximo deste, sejam estáveis, devem assentar numa fundação sólida. Este é também o caso da pirâmide de visão no desporto. O vértice da pirâmide corresponde ao melhor

rendimento em situação de jogo. Para que tal seja possível, é necessário o suporte de várias camadas de funções visuais sólidas. [26]

A base da pirâmide tem como foco a otimização das funções visuais monoculares. Neste nível, as duas componentes mais relevantes são a acuidade visual (AV) e a sensibilidade visual ao contraste (SVC). A otimização da AV pressupõe a realização de um exame de refração cuidadoso, dando especial atenção a pequenas correções cilíndricas. A correção de pequenos astigmatismos pode ter um efeito bastante positivo na acuidade visual de atletas de elite. A SVC, especialmente em frequências espaciais altas, é vital para um ótimo rendimento desportivo. [26]

Após testar e corrigir as funções visuais monoculares deve-se avaliar a forma como os olhos trabalham em conjunto e avaliar o segundo nível da pirâmide que assenta na otimização das funções visuais binoculares. Ao contrário das pernas e dos braços, que são projetados para trabalhar separadamente, os olhos estão, figurativamente, conectados para trabalharem em conjunto. Existem várias condições visuais que podem influenciar negativamente a visão binocular. Problemas motores como estrabismo e disparidade de fixação, problemas sensoriais como supressão e ambliopia ou problemas de eficiência visual como o caso de inflexibilidade acomodativa ou de vergência podem produzir esse efeito negativo. [26]

O terceiro nível compreende as mecânicas visuais, enaltecendo de que modo o cérebro utiliza a informação visual para instruir os braços, as pernas e o resto do corpo a tomar a decisão correta, no momento correto, permitindo assim um rendimento desportivo otimizado. A tentativa de treino deste nível da pirâmide antes da otimização dos dois anteriores não vai permitir que se alcancem os melhores resultados, sendo até contraproducente. [26]

Com o intuito de obter o melhor dos atletas, cada nível da pirâmide deve ser considerado de forma ascendente, começando pela otimização da camada que corresponde à base inferior e só depois avançar para a seguinte. O último nível da pirâmide só poderá ser atingido se cada nível anterior estiver otimizado. Se nestas condições o desempenho não corresponder ao esperado, pode afirmar-se que não é devido à não otimização das capacidades visuais. [6]

1.7.1 Acuidade visual

Distinguem-se dois tipos de acuidade visual: a acuidade visual estática (AVE) e a acuidade visual dinâmica (AVD).

A AVE é definida como a habilidade de ver um objeto fixo a uma distância fixa, estando também o observador parado. [27]

A medição da AVE constitui um elemento essencial de qualquer avaliação visual, pois, uma pobre AVE pode influenciar negativamente em muitos outros aspetos a performance visual. [26]

A redução da AVE mostrou afetar a AVD [28], a percepção de profundidade [29] e a resposta acomodativa [30]. Existem estudos que descrevem uma melhor AVE em atletas do que em não atletas [31] [32] [33] [27] enquanto noutro estudo não foram encontradas diferenças. [34]

Existem atletas que conciliam um excelente rendimento desportivo e uma AVE deficiente [35] [36] [37] [38].

Apesar do nível necessário de AVE depender da exigência de uma tarefa específica em cada desporto, é recomendado, como valor standard para atletas de alta competição uma AVE mínima de cerca de 1.25 na escala decimal, mono e binocularmente. [27]

Um grande número de tarefas visuais em contexto desportivo requer a discriminação de informação visual, tal como avaliar a velocidade e a trajetória de uma bola. Os dados resultantes da aferição tradicional do estado da AVE não são suficientes para uma avaliação do rendimento visual em determinados desportos, especialmente os que envolvem uma avaliação de um objeto que se move rapidamente. Ludvig e Miller, [39] foram os primeiros a utilizar o termo AVD, e esta, tem sido definida como a habilidade de distinguir detalhes na existência de movimento relativo entre o observador e o objeto [40].

Ao longo dos anos, e associando vários estudos, surgiram algumas conclusões relativamente à AVD. A AV para um objeto em movimento é reduzida comparativamente à AV para um objeto estacionário e reduz-se progressivamente com o aumento da velocidade do alvo [41]; a correlação entre AVE e AVD diminui com o aumento da velocidade do alvo; existe um declínio progressivo na AV com o aumento da idade com maior evidência na AVD; indivíduos do sexo masculino têm, em geral, maior consistência em tarefas relacionadas com a AVD. [41] [42] [43]

1.7.2 Estado refrativo

Outro elemento essencial na avaliação visual de um atleta é o estado refrativo. Curiosamente, é um elemento tão básico dos procedimentos de avaliação visual que, em raras ocasiões, é diretamente abordado na literatura que descreve os procedimentos de avaliação visual em atletas. [26] Existe bastante informação centrada na AV, que é obviamente influenciada por erros refrativos não corrigidos, mas o estado refrativo dos atletas é apresentado com pouca frequência. Deste modo, a informação acerca de atletas com erros refrativos significativos é limitada. [44] [45]

Beckerman e Hitzeman, registaram, nos Jogos Olímpicos da Juventude de 1997, que dos cerca de 20% dos atletas que utilizavam correção visual, 28% tinham uma AV inferior a 0,8, na escala decimal, através da correção habitual que utilizavam na prática desportiva. [44]

Foi registado ainda, que 35% dos olhos direitos avaliados tinham erro refrativo esférico superior a $\pm 0.75D$ por corrigir e 64% um astigmatismo superior a $-0.75D$ por corrigir. [44]

A incidência dos erros refrativos encontrados neste estudo é similar aos da população em geral, pondo em causa a percepção existente de que os atletas tenham uma menor incidência de erro refrativo e de problemas visuais. [44] Num estudo

realizado por Jorge et al em 2018, os resultados apontam para conclusões semelhantes. [46]

1.7.3 Sensibilidade visual ao contraste

A Sensibilidade Visual ao Contraste mede a habilidade do sistema visual para processar informação temporal ou espacial acerca dos objetos e do seu fundo sob várias condições luminosas. [40]

A medição da SVC nos atletas é recomendada porque diversos desportos envolvem tarefas de discriminação visual em condições de iluminação não otimizadas devido às variações ambientais. [17] [27] [47]

Ginsburg, sugeriu que as baixas frequências espaciais fornecem informação acerca da localização espacial dos objetos e que as altas frequências espaciais são as primeiras a serem afetadas através de baixa iluminação, do movimento e do aumento da distância a que se encontra o alvo. [48]

1.7.4 Dominância ocular/Relação olho-pé-mão

O conceito de dominância ocular foi descrito em primeira instância por Giovanni Battista della Porta no ano de 1593 [45] e o interesse na relação entre a dominância ocular e a performance está ativa desde então. Dominância é definida como uma espécie de primazia fisiológica, é a preferência por um dos membros de qualquer estrutura bilateral do corpo humano na realização de várias tarefas. [49]

Foi abordada a relação entre o pé ou a mão dominante e o olho dominante. O olho dominante nem sempre corresponde, no que à lateralidade diz respeito, ao pé ou mão dominante e esta condição é classificada de dominância cruzada. A condição oposta, em que, o olho e o membro dominante estão anatomicamente posicionados do mesmo lado, denomina-se dominância homónima. [26]

Duke-Elder, registou que 33% da população cuja mão dominante é a direita tem como olho dominante o esquerdo, 50% da população cuja mão dominante é a esquerda tem como olho dominante o direito e estimou que entre 20% a 40% da população em geral tem dominância cruzada. [50]

Existem teorias que propõem vantagens e desvantagens da dominância cruzada na performance desportiva. Estas teorias são motivadas pela descoberta de Coren e Porac, que concluíram que a informação do olho dominante é processada aproximadamente 14 ms mais rápido do que a do olho não dominante, no entanto, a influência da dominância ocular na performance desportiva é inconclusiva [51].

1.7.5 Visão binocular

Como descrito anteriormente, as funções visuais binoculares são parte integrante do segundo nível da pirâmide de visão no desporto, e para que exista uma possibilidade de aumento da performance visual de um atleta é necessário considerar as características às quais uma correta função visual binocular está intrinsecamente relacionada, como por exemplo, o estado fórico, a estereopsia e as reservas fusionalis.

1.7.5.1 Estado fórico

O alinhamento preciso dos dois olhos é responsável por providenciar uma quantidade significativa de informação acerca da localização de determinado objeto. A ausência de um estado fórico preciso pode ser classificada de heterotropia (estrabismos) ou heteroforia. A heteroforia pode ser classificada de endoforia quando, na interrupção da fusão binocular, os olhos convergem e de exoforia quando estes divergem. Quando não existe alteração a condição denomina-se de ortoforia. [52]

Na maioria dos desportos a percepção de profundidade e de localização do alvo é uma característica fundamental para o sucesso, o que faz do estado fórico uma peça

fundamental para uma boa performance desportiva. Nos atletas endofóricos o alvo vai parecer mais afastado em relação à sua posição real e nos atletas exofóricos o alvo vai ser percebido como estando numa distância mais próxima do a que corresponde à sua posição real. [53] [54]

Acredita-se que os atletas tenham um melhor estado fórico em relação aos não-atletas, especialmente em condições de visão de longe. No entanto, resultados de estudos que comparam as duas populações não têm sido conclusivos [38] [34] [55]. Inicialmente sugeriam que os atletas apresentavam valores menores de heteroforia [38] [56] mas estudos recentes não confirmaram estes resultados. [34] [55]

1.7.5.2 Estereopsia

O termo estereopsia é habitualmente utilizado para referências à percepção de profundidade e à capacidade de observar estruturas em 3 dimensões. Devido à diferente localização anatómica dos globos oculares, duas imagens ligeiramente diferentes vão ser projetadas em cada uma das retinas. Estas diferenças revelam-se maioritariamente na posição horizontal e classificam-se de disparidade binocular. O processamento desta disparidade ao nível do córtex visual fornece a noção de percepção de profundidade. [57]

A maioria dos desportos requerem uma exigente capacidade de determinar corretamente distâncias e localização espacial. É possível, com recurso a pistas monoculares, como, por exemplo, as diferenças no tamanho do objeto e a paralaxe, fazer essas avaliações. No entanto, a percepção de profundidade é superior recorrendo a pistas binoculares. [58] Vários estudos demonstram que a utilização da visão binocular pode aumentar a performance em determinadas tarefas comparativamente à performance de indivíduos que utilizam apenas um dos olhos. [59] [60] [61] Contudo, estudos que compararam a visão estereoscópica entre atletas e não-atletas não obtiveram resultados conclusivos. [34] [55] [32] Esta incompatibilidade poderá estar relacionada com a variedade de instrumentos de medida utilizados e com a ausência de padronização dos estudos. Outra justificação, é a de que a ausência de correlação entre

estudos estará relacionada com a natureza estática dos testes de estereopsia e que a avaliação da estereopsia dinâmica poderá ter resultados diferentes entre as duas populações e ajudar a determinar, de forma mais concreta, as habilidades visuais relacionadas com o desporto. [62] [63]

1.7.5.3 Reservas fusionais

A vergência é definida por Cassin, como o movimento simultâneo de ambos os olhos, em direções opostas, com o objetivo de manter ou obter a visão binocular [64].

Inserem-se neste contexto sob a premissa de que uma maior flexibilidade nas reservas fusionais corresponde a uma maior estabilidade da informação visual, sobretudo nas situações em que o atleta tem de lidar com fadiga excessiva ou stress psicológico. [26] Assume-se uma correlação entre a estabilidade da vergência e a consistência do julgamento da localização espacial. [27]

Foram realizados apenas dois estudos para avaliação da amplitude das reservas em atletas. [27] [55] Em nenhum dos estudos as diferenças encontradas foram suficientes para estabelecer uma relação de superioridade entre atletas e não-atletas.

Num estudo focado na avaliação do ponto próximo de convergência, foram encontrados melhores resultados em atletas do que em não atletas [34] e registou-se que os melhores batedores numa amostra de jogadores de baseball tinham melhores valores do ponto próximo de convergência do que os atletas cuja performance era pior.

1.7.6 Acomodação

A mesma premissa utilizada na contextualização das reservas fusionais é aplicada à função acomodativa, até porque existe uma associação entre as duas componentes. Uma maior flexibilidade em alterar a focagem do sistema visual contribui para a maior estabilidade da informação visual. Esta afirmação tem maior validade em situações

extremas de stress e cansaço. Foi estabelecida uma relação entre a rápida capacidade de focagem e os julgamentos visuais tipicamente necessários em desportos de rápida ação. [26]

O primeiro estudo a avaliar a função acomodativa em atletas foi realizado em 1955 e era parte integrante de uma serie de estudos realizados na Rússia, que tinham como objetivo avaliar a função visual em função da atividade física. Foi encontrada uma amplitude de acomodação normal em 100 atletas. [56]

Apesar da medição da amplitude de acomodação ser um procedimento comum para avaliar a função acomodativa, a tarefa de observar letras numa distância muito próxima não reproduz as exigências visuais típicas de grande parte dos desportos.

Estudos mais recentes avaliaram a flexibilidade acomodativa, de forma a simular as exigências visuais de diversos desportos que envolvem a habilidade para ajustar rapidamente a focagem para uma variedade de distâncias. [26]

Os investigadores têm recorrido a dois métodos para avaliar a flexibilidade acomodativa em atletas: lentes para alterar a exigência acomodativa a uma distância fixa [34] [55] e duas tabelas de Hart colocadas a diferentes distâncias, com a fixação a ser efetuada rápida e alternadamente entre as duas tabelas. [27]

Somente os estudos que recorreram a lentes estabeleceram comparações entre populações de atletas e de não atletas e os resultados indicam que não existem diferenças estatisticamente significativas entre as duas amostras estudadas. [34] [55]

1.7.7 Tempo de reação

O tempo de reação (TR) é definido como o tempo decorrido entre a apresentação de um estímulo sensorial e a subsequente resposta motora. [65] O TR divide-se em duas componentes: o tempo de reação sensorial e o tempo de reação motor.

Restringindo a análise à determinação do tempo de reação visual (TRV), o tempo de reação visual sensorial (TRVS) inclui o período necessário para a deteção do estímulo

por parte das células retinianas e o tempo necessário para a transmissão da informação desde as células retinianas até ao córtex visual, enquanto que o tempo de reação visual motor (TRVM) engloba o tempo necessário para que o sistema neuromuscular envie a informação para os músculos, para que estes, através do estímulo, efetuem a ação apropriada. [26]

Muitos desportos requerem que o atleta efetue uma determinada resposta motora em função de uma informação visual. Desta forma, a velocidade do processamento visual e neuromuscular é considerado um atributo muito valorizado em qualquer atleta. [27] [47] [44]

Bastantes estudos apontam para um maior TRV em atletas do que em não-atletas, dentro de vários desportos ou como um discriminador entre atletas de topo e iniciantes. [55] [66] [67] Contudo, outros estudos não registaram esta correlação. [68] [69]

O TRV mostrou ser negativamente prejudicado por diversos fatores, como QI reduzido [70], frio [71], fadiga [72] e exercício físico. [73]

2 Objetivos e Hipóteses de trabalho

2.1 Objetivos

Aferir a existência de alterações no sistema visual após a submissão dos atletas a um treino desportivo e, caso se confirmem, definir quais as capacidades alteradas e de que forma se verificam essas alterações.

Verificar a relação entre as capacidades visuais e a sua relação com o rendimento desportivo.

Caracterizar o sistema visual dos atletas de uma equipa de futebol através de parâmetros considerados importantes nesta prática desportiva

Comparar alguns parâmetros do sistema visual da amostra com os da população em geral.

2.2 Hipóteses de trabalho

A investigação que tem sido realizada em contexto de optometria desportiva incide sobretudo na influência que o sistema visual tem na performance desportiva. Os estudos que avaliam a influência da prática desportiva no sistema visual são raros ou inexistentes. Um estudo centrado na premissa anterior é uma possibilidade de olhar a optometria desportiva de outro ângulo e é passível de contribuir positivamente para o aumento da performance desportiva através da gestão adequada das funções visuais em atletas.

Desta forma, torna-se importante perceber se o treino desportivo influencia as habilidades visuais dos atletas e de que forma se processam essas alterações, bem como, perceber se essas alterações poderão influenciar a performance desportiva.

3 Material e Métodos

Tendo sido estabelecidos os objetivos deste estudo, procedeu-se a uma profunda pesquisa de forma a perceber qual o modo mais idóneo de recolha de dados. Associou-se uma análise crítica à literatura disponível com o objetivo de preencher lacunas e explorar potencialidades para que, através da metodologia e equipamentos apropriados, se conseguissem resultados mais fidedignos.

3.1 Seleção da amostra

Foram avaliados jogadores profissionais de uma equipa de futebol da Primeira Liga Portuguesa.

Não foram estabelecidos critérios de exclusão com o objetivo de ter ao dispor todo o grupo de trabalho que habitualmente faz parte das escolhas da equipa técnica.

O critério de inclusão aplicado foi, evidentemente, ser jogador profissional de futebol.

3.2 Procedimentos de avaliação clínica

A recolha de dados foi efetuada no centro de treinos do clube, recorrendo a equipamentos disponíveis no Laboratório de Investigação em Optometria Clínica e Experimental – CEORLAB – Centro de Física, Escola de Ciências da Universidade do Minho. Foi realizada em duas fases: antes e depois de um treino desportivo. Este estudo encaixa na categoria de estudo observacional transversal.

Pretendiam-se testes de rápida execução, por se intervir no decorrer normal de uma sessão de treinos do clube e para permitir que o efeito do treino desportivo não se dissipasse com o alongamento da bateria de testes. Foram selecionados testes para as

capacidades visuais consideradas mais importantes para a prática desportiva em questão e alguns foram alterados em relação à forma padrão, para que houvesse maior dinâmica na recolha.

Todos os atletas foram submetidos a um treino de intensidade moderada/alta, no contexto das sessões de treino do grupo de trabalho. Todo o treino foi orientado pela equipa técnica do clube e sem intervenção externa.

Nenhum dos atletas era portador de correção específica para a prática desportiva nem tinha conhecimento de possuir nenhum tipo de patologia ocular.

3.2.1 Acuidade visual (AV)

A AV foi medida recorrendo a um optótipo de Snellen. O atleta foi colocado de pé, a 4 metros do teste e foi avaliada a AV monocular, começando pelo olho direito, e também a AV binocular. Incitou-se o atleta a ler o maior número de letras possível e foi utilizado, como critério de paragem um acerto inferior a metade da linha. O limite do teste era 1.0 na escala decimal. A AV foi medida apenas antes do treino visual por não se esperarem alterações significativas.

A AVD também foi alvo de avaliação. Recorreu-se ao software COI-SV (desenvolvido pelo Centro de Optometria Internacional, Madrid, Espanha). O teste consiste na deteção de uma letra, situada a uma distância de 5 metros do atleta, que se move a uma velocidade de 0,4m/s num ecrã de 56 polegadas, projetando-se numa trajetória curva e apresentada de forma aleatória, com um nível de contraste de 100%. A letra inicial corresponde a uma AV de 1.0 e o seu tamanho aumenta progressivamente até que o atleta a consiga identificar. O atleta segura um teclado e no momento que reconhecer a letra pressiona a tecla correspondente. [46]

A AVD só foi avaliada antes do treino devido à necessidade de filtragem da bateria de exames de forma a não comprometer o normal funcionamento das sessões de treino.

3.2.2 Dominância ocular

O atleta foi instruído a fixar uma letra correspondente à AV de 0,8 na escala de Snellen enquanto segurava, à distância dos braços esticados, um cartão com uma abertura central. Procedeu-se à oclusão de cada um dos olhos, alternadamente e perguntou-se ao atleta se ainda conseguia ver o alvo. O olho que com o qual conseguia ver a letra seria o olho dominante. Este é o método de Dolman, um teste eficaz que é capaz de indicar a dominância ocular correta em quase 100% das observações. [74]

3.2.3 Refração objetiva

A medição da refração objetiva dos jogadores foi efetuada recorrendo ao auto-refratômetro (AR) Shin Nippon Auto-Refractometer SR7000 (Shin Nippon Co., Japan). Realizaram-se 5 medidas de forma automática e foi anotada a média das mesmas, tanto para o olho direito como para o olho esquerdo.

As representações clínicas tradicionais do erro refrativo, incluindo esfera, cilindro e eixo não são adequadas para uma análise quantitativa. Por este motivo, os resultados foram convertidos em componentes vetoriais (M, J0 e J45) através da análise de Fourier. [75]

3.2.4 Visão binocular

Dividiu-se a avaliação da visão binocular em duas partes: estado fórico e estereopsia.

A avaliação do estado fórico consistiu na medida das forias horizontas em visão de perto (VP) e em visão de longe (VL). Para as duas situações foi inicialmente utilizado o *cover test*, como método de deteção e, mediante a existência de desvios, recorreu-se

ao teste de Thorington para os quantificar. Convencionou-se que a endoforia seria representada por um valor positivo e a exoforia por um valor negativo.

A estereopsia foi avaliada com o *Randot Stereo Test* (Stereo Optical Company, Inc) com os respectivos óculos polarizados. O teste realizou-se sob a junção da iluminação artificial do espaço com a iluminação natural que neste incidia e foi colocado a 40 cm do atleta. A estereopsia foi avaliada num intervalo compreendido entre os 400 e os 12.5 segundo de arco.

Este teste apresenta os resultados em arcseg, mas serão aqui apresentados na forma logarítmica. Esta decisão prende-se com o facto de os testes de estereopsia seguirem uma sequência geométrica. Por exemplo, um individuo possui uma estereopsia de 120 arcseg e outro individuo uma estereopsia de 480 arcseg, isto significa que a estereopsia do primeiro individuo é quatro vezes melhor comparativamente à do segundo. Numa sequência aritmética, como o comprimento axial, a diferença entre valores de, por exemplo, 24 mm e 20 mm é dada pela diferença entre o maior e o menor valor. Do ponto de vista estatístico, existe maior facilidade em realizar testes numa sequência aritmética e a sua interpretação é mais fidedigna. Uma sequência geométrica na forma logarítmica é convertida numa sequência aritmética. [76]

3.2.5 Acomodação

Foi seleccionado, como método de avaliação da acomodação, o teste da flexibilidade acomodativa. Foi realizado apenas em visão de perto. Utilizou-se um flipper de ± 2.00 D e o exame foi realizado durante 10 segundos, a cerca de 40 cm, de forma binocular.

3.2.6 Tempo de reação

Esta avaliação foi realizada recorrendo a um Ipad com a Sportsvision Reaction Time App. Com este software é possível determinar, separadamente, o tempo de reação sensorial e motor. O tempo de reação sensorial está compreendido entre o momento em que a luz acende até ao momento em que o atleta liberta o botão que estava a pressionar. O tempo de reação motor é o tempo decorrido entre o momento em que o atleta larga o primeiro botão e pressiona o segundo. [77]

Foi efetuada com o atleta de pé, estando o optometrista a apoiar o Ipad que se encontrava à distância de aproximadamente um braço do referido atleta.

Foi explicado o funcionamento do software ao atleta e realizou-se uma tentativa de treino antes das medidas de avaliação. Foram efetuadas três medidas, sempre com a mão dominante.

3.3 Análise estatística

Recorreu-se ao software SPSS versão 25 (IBM, EUA) para efetuar a análise estatística. A seleção dos testes estatísticos é feita em função da normalidade das variáveis. Quando as variáveis apresentam uma distribuição normal aplicam-se testes paramétricos e quando acontece o oposto aplicam-se testes não paramétricos. A normalidade das variáveis foi verificada recorrendo ao teste de Shapiro-Wilk. A hipótese nula deste teste é a distribuição normal da variável. A distribuição de uma variável é considerada normal nos casos em que a significância estatística assume valores de $\alpha > 0,05$. [78]

Todas as variáveis seguiam um modelo de distribuição não normal pelo que foram utilizados testes não paramétricos, nomeadamente o teste de Wilcoxon, para comparar duas amostras relacionadas, o teste de Mann Whitney U, para a comparação de duas amostras independentes e o teste de Kruskal Wallis, para a comparação de duas

ou mais amostras independentes. Foi também utilizado o teste de correlação de Spearman para avaliar a correlação entre duas variáveis. [79]

3.4 Caracterização da amostra

Antes do início do estudo, todos os procedimentos foram explicados aos participantes, que assinaram o consentimento informado, de forma a comprovar o envolvimento livre e informado nesta investigação. Todos os princípios éticos descritos na Declaração de Helsínquia foram respeitados. [80] O protocolo de trabalho foi aprovado pelo departamento médico do clube.

Participaram, na recolha de dados, 21 jogadores profissionais de futebol, todos do sexo masculino, com idades compreendidas entre 19 e 34 anos com um valor médio (média \pm DP) de 24,67 \pm 3,98 anos.

A distribuição da amostra com base na idade, na posição e tipo de erro refrativo encontra-se caracterizada nos gráficos das figuras 3.1, 3.2 e 3.3.

Para efeitos de classificação do erro refrativo, consideraram-se como hipermétropes, atletas com $M \geq +0.50D$, como míopes, atletas com $M \leq -0.50D$ e como emétropes, atletas com valores de M que não se enquadrassem nas delimitações anteriores. [81]

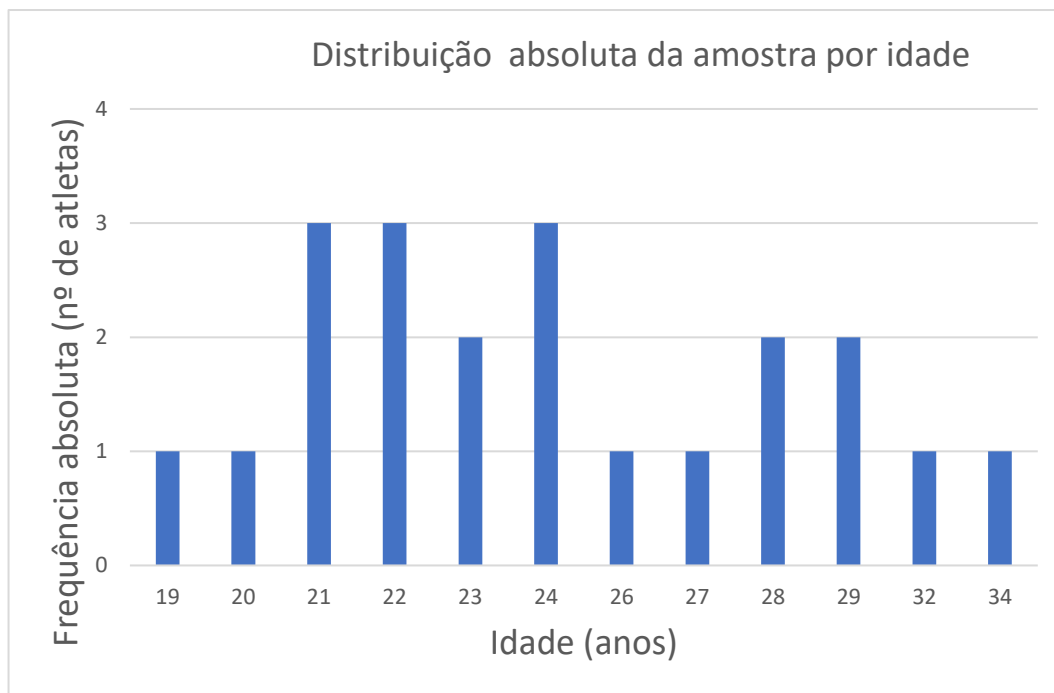


Figura 3.1 Distribuição absoluta da amostra por idade

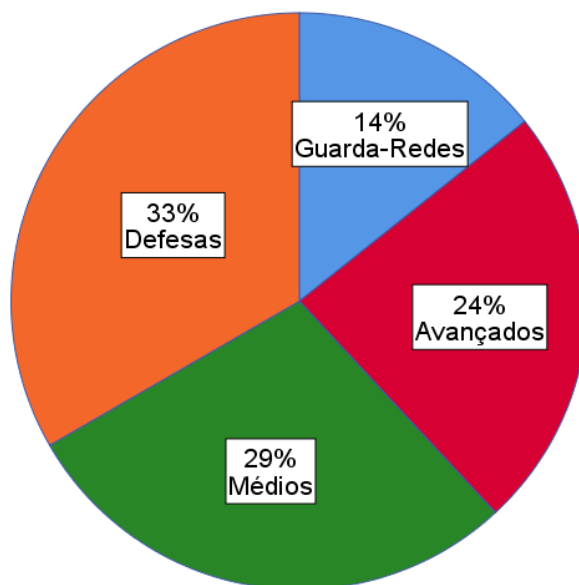


Figura 3.2 Distribuição relativa da amostra por posição

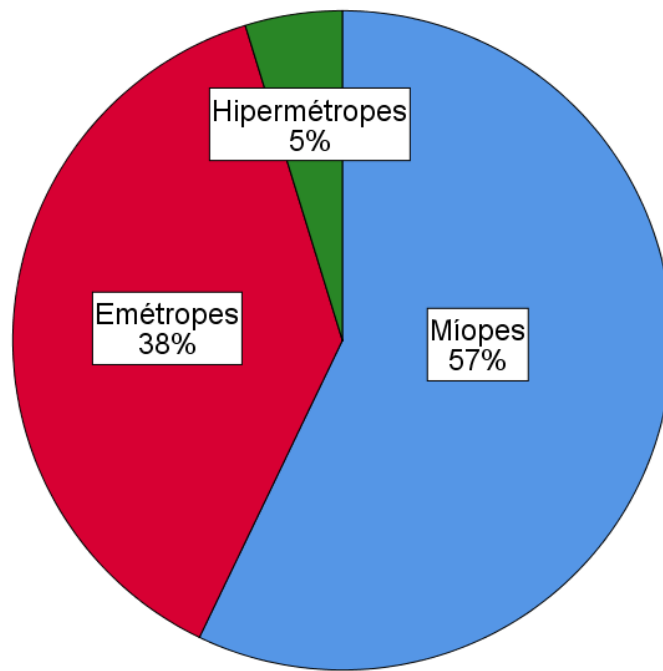


Figura 3.3 Distribuição relativa da amostra por erro refrativo

4 Resultados

4.1 Caracterização do sistema visual

A tabela 4.1 contém os valores máximo e mínimo, a média e o desvio padrão, resultantes da medição pré-treino, para as variáveis utilizadas para caracterizar o sistema visual dos atletas. Através do teste de Wilcoxon, verificou-se que não existem diferenças estatisticamente significativas entre os dois olhos, tanto para a AVE ($p=0,892$) como para os componentes do erro refrativo, nomeadamente, M ($p=0,613$), J0 ($p=0,122$) e J45 ($p=0,157$). Os parâmetros representativos do tempo de reação incluem 20 elementos da amostra e os restantes incluem a totalidade da amostra (21 elementos).

Tabela 4.1 Valores descritivos resultantes da avaliação pré-treino das variáveis utilizadas para a caracterização do sistema visual

	Variável	Mínimo	Máximo	Média±DP
Acuidade Visual	AVE OD (decimal)	0,4	1.0	0,94±0,16
	AVE OE (decimal)	0,2	1.0	0,93±0,19
	AVE AO (decimal)	0,8	1.0	0,99±0,04
	AVD AO (decimal)	0,32	0,79	0,58±0,11
Erro Refrativo	M OD (D)	-2,25	4,13	-0,44±1,33
	J0 OD (D)	-1,55	0,38	-0,06±0,39
	J45 OD (D)	-0,32	1,05	-0,04±0,28
	M OE (D)	-2,88	1,88	-0,73±1,01
	J0 OE (D)	-0,62	2,49	0,17±0,61
	J45 OE (D)	-0,63	0,26	0,01±0,18
Visão Binocular	FH VP (Δ)	-1	11	0,62±2,48
	FH VL (Δ)	0	0	0,00±0,00
	EST VP (log(arcseg))	1,20	2,60	1,77±0,39
Acomodação	FA VP (cp10s)	1	4	2,00±1,00
Tempo de reação	TRVM (s)	0,09	0,22	0,146±0,033
	TRVS (s)	0,23	0,3	0,279±0,030
	TRV (s)	0,37	0,49	0,424±0,027

Não existindo diferenças estatisticamente significativas entre os dois olhos serão sempre apresentados os valores referentes ao OD para as variáveis em que tal se justifique.

4.2 Erro refrativo

Na tabela 4.2 estão representadas, para o erro refrativo, apresentado sob a forma dos vetores potência, a média e o desvio padrão das medições pré-treino, pós-treino e da diferença entre as duas.

Tabela 4.2 Valores descritivos dos componentes do erro refrativo antes e após um treino desportivo e a sua comparação através do teste de Wilcoxon

N=21	Pré-treino (média±DP)	Pós-treino (média±DP)	Diferença (média±DP)	Significância estatística (Teste de Wilcoxon)
M OD (D)	-0,44±1,33	-0,38±1,53	0,07±0,42	p=0,419
J0 OD (D)	-0,06±0,39	-0,10±0,42	-0,04±0,15	p=0,072
J45 OD (D)	-0,04±0,28	-0,04±0,28	0,00±0,13	p=0,586

Consegue observar-se, após o treino desportivo, para a componente M um ligeiro aumento hipermetrópico (0,07±0,42 D), para a componente J0 um ligeiro aumento miópico (-0,04±0,15 D) e ausência de alterações para a componente J45 (0,00±0,13 D).

No entanto, utilizando o teste de Wilcoxon não se encontram diferenças estatisticamente significativas antes e após o treino desportivo para os componentes do erro refrativo, M (p=0,419), J0 (p=0,072) e J45 (p=0,586).

4.3 Visão binocular

Na tabela 4.3 estão incluídas, referentes à avaliação da visão binocular, as forias horizontais em visão de perto e em visão de longe e a estereopsia em visão de perto. É apresentada a média e o desvio padrão das medições pré-treino, pós-treino e da diferença entre as duas, para cada uma das variáveis.

Tabela 4.3 Valores descritivos das forias horizontais em visão de longe e em visão de perto e da estereopsia em visão de perto antes e após um treino desportivo e a sua comparação através do teste de Wilcoxon

N=21	Pré-treino (média±DP)	Pós-treino (média±DP)	Diferença (média±DP)	Significância estatística (Teste de Wilcoxon)
FH VP (Δ)	0,62±2,48	0,48±2,38	-0,14±0,48	p=0,180
FH VL (Δ)	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	p=1,000
EST VP (Log(arcseg))	1,77±0,39	1,66±0,46	-0,11±0,21	p=0,024

Foi registada, para as forias horizontais em visão de perto, uma diminuição da endoforia (-0,14±0,48 Δ) e ausência de alterações para as forias horizontais em visão de longe (0,00±0,00 Δ).

Utilizando o teste de Wilcoxon não se encontram diferenças estatisticamente significativas antes e após o treino desportivo para as forias horizontais, tanto em visão de perto como em visão de longe, FH VP (p=0,180) e FH VL (p=1,000). Foi detetada ortoforia em visão de longe antes e após o treino desportivo a todos os atletas. Todas as análises efetuadas para as forias horizontais em visão de longe não serão estatisticamente significativas (p=1,000) pelo que serão propositadamente excluídas de análise a partir deste ponto.

No que concerne à estereopsia em visão de perto, foram encontradas diferenças estatisticamente significativas, EST VP (p=0,024). Observou-se uma diminuição do valor

absoluto da estereopsia ($-0,11 \pm 0,21 \log(\text{arcseg})$), que se traduz numa melhoria da mesma.

4.4 Acomodação

Na tabela 4.4 inserem-se os valores da avaliação da acomodação através do teste de flexibilidade acomodativa. É apresentada a média e o desvio padrão das medições pré-treino, pós-treino e da diferença entre as duas.

Tabela 4.4 Valores descritivos da flexibilidade acomodativa em visão de perto antes e após um treino desportivo e a sua comparação através do teste de Wilcoxon

N=21	Pré-treino (média±DP)	Pós-treino (média±DP)	Diferença (média±DP)	Significância estatística (Teste de Wilcoxon)
FA VP (cp10s)	2,00±1,00	2,43±1,03	0,43±0,60	p=0,007

Utilizando o teste de Wilcoxon foram encontradas diferenças estatisticamente significativas antes e após o treino desportivo para a flexibilidade acomodativa em visão de perto, FA VP ($p=0,007$).

É observado um aumento nos ciclos efetuados por cada dez segundos ($0,43 \pm 0,60$ cp10s).

4.5 Tempo de reação

Na tabela 4.5 são apresentados os valores referentes à avaliação do tempo de reação, nomeadamente, o tempo de reação visual motor, o tempo de reação visual sensorial e o tempo de reação visual total. É apresentada a média e o desvio padrão das

medições pré-treino, pós-treino e da diferença entre as duas, para cada uma das variáveis.

Tabela 4.5 Valores descritivos dos componentes do tempo de reação antes e após um treino desportivo e a sua comparação através do teste de Wilcoxon

N=20	Pré-treino (média±DP)	Pós-treino (média±DP)	Diferença (média±DP)	Significância estatística (Teste de Wilcoxon)
TRVM (s)	0,146±0,033	0,146±0,020	0,000±0,026	p=0,887
TRVS (s)	0,279±0,030	0,257±0,018	-0,022±0,034	p=0,009
TRV (s)	0,424±0,027	0,402±0,025	-0,023±0,038	p=0,014

Utilizando o teste de Wilcoxon não se encontram diferenças estatisticamente significativas antes e após o treino desportivo para o tempo de reação motor, TRVM (p=0,887), no qual os valores médios não sofreram alterações (0,000±0,026 s).

Foram encontradas diferenças estatisticamente significativas para o tempo de reação sensorial e o tempo de reação total, TRVS (p=0,009) e TRV (p=0,014). Em ambos foi registada uma diminuição dos valores após a prática desportiva, o que resulta numa melhoria dos tempos de reação sensorial (-0,022±0,034 s), que se reflete numa melhoria do total (-0,023±0,038 s).

4.6 Influência da dominância

Para esta análise os atletas foram separados em dois grupos tendo por base o tipo de dominância. No grupo da dominância homónima estão os atletas cujo olho dominante e membro dominante estão anatomicamente dispostos do mesmo lado e no grupo da dominância cruzada foram inseridos os atletas cujo olho dominante e membro dominante estão anatomicamente dispostos em lados opostos.

As figuras 4.1, 4.2 e 4.3 representam a distribuição relativa da lateralidade do olho, mão e pé dominantes. As percentagens indicam que, para grande parte da amostra, o olho e membros dominantes encontram-se do lado direito.

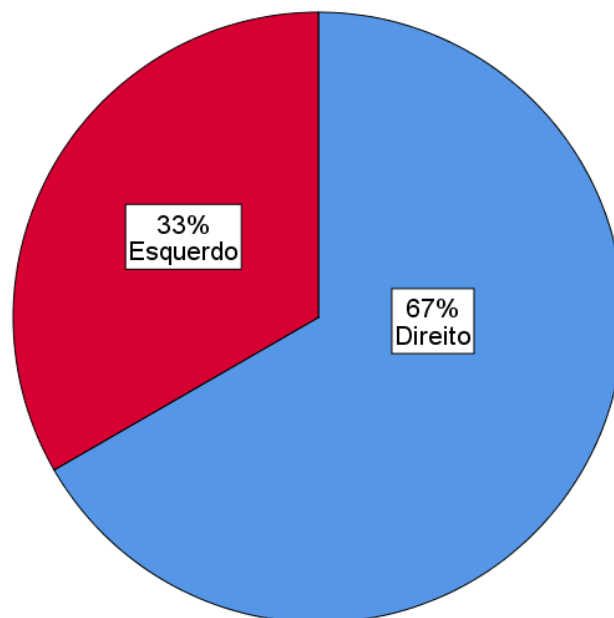


Figura 4.1 Distribuição relativa da lateralidade do olho dominante

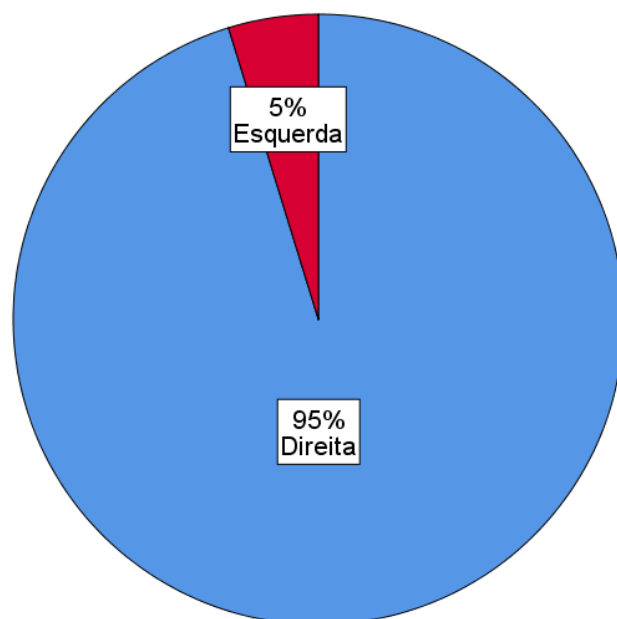


Figura 4.2 Distribuição relativa da lateralidade da mão dominante

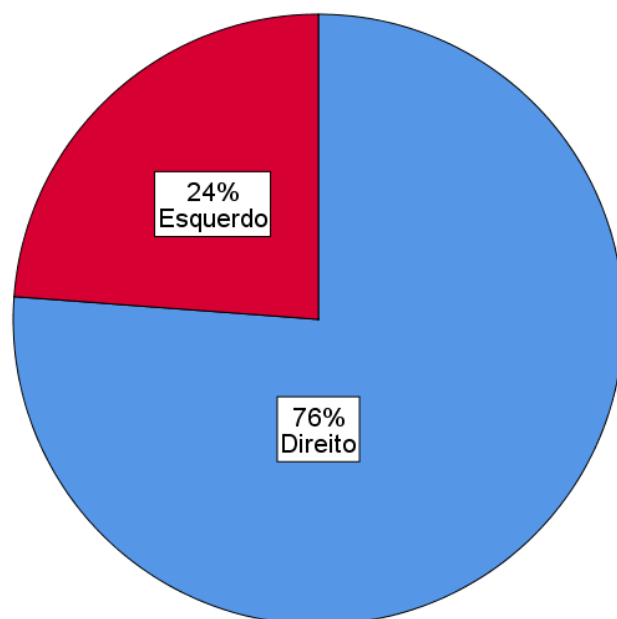


Figura 4.3 Distribuição relativa da lateralidade do pé dominante

A figura 4.4 representa a distribuição relativa da amostra relativamente ao tipo de dominância. Para os guarda-redes foi considerado o tipo de dominância olho-mão e para os restantes atletas foi considerado o tipo de dominância olho-pé. Esta divisão foi efetuada de modo a que se avaliem os resultados para o membro com mais impacto nas funções de cada posição. Verifica-se que a percentagem de atletas com dominância homónima é superior.

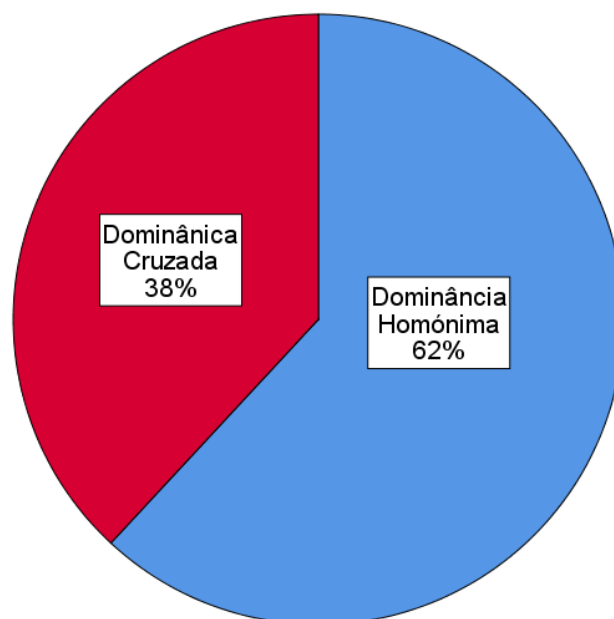


Figura 4.4 Distribuição relativa da amostra em relação ao tipo de dominância.

A tabela 4.6 apresenta, para cada tipo de dominância, a média e o desvio padrão referentes às capacidades visuais iniciais para a AVE e AVD, para as componentes do erro refrativo (M, J0 e J45), para os componentes da visão binocular, nomeadamente forias em visão de longe (FH VL) e em visão de perto (FH VP) e para a estereopsia em visão de perto (EST VP), para a flexibilidade acomodativa em visão de perto (FA VP) e para os tempos de reação motor (TRVM), sensorial (TRVS) e Total (TRV), bem como a significância estatística obtida através do teste de Mann Whitney U.

Tabela 4.6 Valores descritivos e comparação através do Teste de Mann Whitney U dos valores iniciais da AVE e AVD, do erro refrativo, visão binocular, acomodação e tempo de reação, para o tipo de dominância

	N	Dominância	Média±DP	Significância estatística (Teste de Mann Whitney)
AVE (decimal)	13	Homónima	0,91±0,19	p=0,154
	8	Cruzada	1,00±0,00	
AVD (decimal)	13	Homónima	0,59±0,13	p=0,605
	8	Cruzada	0,57±0,08	
M OD (D)	13	Homónima	-0,28±0,50	p=0,800
	8	Cruzada	-0,71±0,69	
JO OD (D)	13	Homónima	-0,11±0,47	p=0,610
	8	Cruzada	0,02±0,19	
J45 OD (D)	13	Homónima	0,02±0,32	p=0,143
	8	Cruzada	-0,14±0,16	
FH VL (Δ)	13	Homónima	0,00±0,00	p=1,000
	8	Cruzada	0,00±0,00	
FH VP (Δ)	13	Homónima	-1,08±3,09	p=0,108
	8	Cruzada	0,13±0,35	
EST VP (Log(arcseg))	13	Homónima	1,85±0,45	p=0,942
	8	Cruzada	1,65±0,24	
FA VP (cp10s)	13	Homónima	1,85±0,80	p=0,487
	8	Cruzada	2,25±1,28	
TRVM (S)	12	Homónima	0,146±0,032	p=1,000
	8	Cruzada	0,146±0,020	
TRVS (s)	12	Homónima	0,289±0,034	p=0,113
	8	Cruzada	0,264±0,017	
TRV (S)	12	Homónima	0,435±0,038	p=0,064
	8	Cruzada	0,410±0,020	

Verificam-se, para a AVE, valores ligeiramente superiores no grupo da dominância cruzada (1,00±0,00) em relação ao grupo da dominância homónima (0,91±0,19). Em relação à AVD, foram registados, para o grupo da dominância homónima, valores ligeiramente superiores (0,59±0,13) comparados aos do grupo da dominância cruzada (0,57±0,08).

No que diz respeito ao erro refrativo, foram registados, para o grupo da dominância cruzada, valores mais miópicos para as componentes M (-0,71±0,69 D) e J45

($-0,14 \pm 0,16$ D) em relação ao grupo da dominância homônima, nos parâmetros referenciados, designadamente, M ($-0,28 \pm 0,50$ D) e J45 ($0,02 \pm 0,32$ D). O oposto verificou-se para a componente J0, em que o grupo da dominância homônima assumiu valores mais miópicos ($-0,11 \pm 0,47$ D) que o grupo da dominância cruzada ($0,02 \pm 0,19$ D).

Em relação à visão binocular, o grupo da dominância cruzada ($0,13 \pm 0,35$ Δ) assume valores mais endofóricos que o grupo da dominância homônima ($-1,08 \pm 3,09$ Δ). Para a estereopsia em visão de perto, o grupo da dominância cruzada ($1,65 \pm 0,24$ log(arcseg)) assume valores absolutos inferiores em relação ao grupo da dominância homônima ($1,85 \pm 0,45$ log(arcseg)).

Para a flexibilidade acomodativa em visão de perto o grupo da dominância cruzada apresenta um maior número de ciclos efetuados em cada dez segundos ($2,25 \pm 1,28$ cp10s) em relação ao grupo da dominância homônima ($1,85 \pm 0,80$ cp10s).

No que concerne ao tempo de reação não existiram diferenças, para o TRVM, entre o grupo da dominância cruzada ($0,146 \pm 0,032$ s) e o grupo da dominância homônima ($0,146 \pm 0,020$ s). Para o grupo da dominância cruzada foram registados valores inferiores no TRVS ($0,264 \pm 0,017$ s) e TRV ($0,410 \pm 0,020$ s) comparativamente ao grupo da dominância homônima, nos parâmetros referenciados, designadamente, TRVS ($0,264 \pm 0,017$ s) e TRV ($0,435 \pm 0,038$ s).

No entanto, com recurso ao teste de Mann-Whitney U não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas em nenhum dos parâmetros analisados.

A tabela 4.7 apresenta, para cada tipo de dominância, a média e o desvio padrão das diferenças antes e após o treino desportivo para as componentes do erro refrativo (M, J0 e J45), para os componentes da visão binocular, nomeadamente forias em visão de longe (FH VL) e em visão de perto (FH VP) e para a estereopsia em visão de perto (EST VP), para a flexibilidade acomodativa em visão de perto (FA VP) e para os tempos de reação motor (TRVM), sensorial (TRVS) e Total (TRV), bem como a significância estatística obtida através do teste de Mann Whitney U.

Tabela 4.7 Valores descritivos e comparação através do Teste de Mann Whitney U das diferenças nos componentes do erro refrativo, visão binocular, acomodação e tempo de reação, após um treino desportivo, para o tipo de dominância.

	N	Dominância	Diferença (média±DP)	Significância estatística (Teste de Mann Whitney)
M OD (D)	13	Homónima	0,06±0,50	p=0,912
	8	Cruzada	0,08±0,28	
J0 OD (D)	13	Homónima	0,00±0,14	p=0,167
	8	Cruzada	-0,10±0,15	
J45 OD (D)	13	Homónima	0,01±0,12	p=0,942
	8	Cruzada	-0,01±0,15	
FH VL (Δ)	13	Homónima	0,00±0,00	p=1,000
	8	Cruzada	0,00±0,00	
FH VP (Δ)	13	Homónima	-0,08±0,28	p=0,670
	8	Cruzada	-0,25±0,71	
EST VP (Log(arcseg))	13	Homónima	-0,11±0,25	p=0,942
	8	Cruzada	-0,12±0,12	
FA VP (cp10s)	13	Homónima	0,38±0,50	p=0,487
	8	Cruzada	0,50±0,76	
TRVM (S)	12	Homónima	-0,004±0,029	p=0,588
	8	Cruzada	0,005±0,019	
TRVS (s)	12	Homónima	-0,034±0,029	p=0,059
	8	Cruzada	-0,004±0,033	
TRV (S)	12	Homónima	-0,039±0,032	p=0,037
	8	Cruzada	0,001±0,034	

Observa-se que, após o treino desportivo, para o erro refrativo, o grupo da dominância cruzada apresenta ligeiros aumentos miópicos para as componentes J0 (-0,10±0,15 D) e J45 (-0,01±0,15 D) em relação ao grupo da dominância homónima para o J0 (0,00±0,14 D) e J45 (0,01±0,12 D). Observam-se, para o grupo da dominância homónima, menores aumentos hipermetrópicos para a componente M (0,06±0,50 D) em relação ao grupo da dominância cruzada (0,08±0,28 D)

No que concerne à visão binocular, foi verificado que para as forias horizontais em visão de perto, o grupo da dominância homónima apresenta valores de diminuição da endoforia em visão de perto (-0,08±0,28 Δ) inferiores aos do grupo da dominância cruzada (-0,25±0,71 Δ). Para a estereopsia em visão de perto, o grupo da dominância

homónima apresenta valores ligeiramente inferiores ($-0,11 \pm 0,25 \log(\text{arcseg})$) comparativamente ao grupo da dominância cruzada ($-0,12 \pm 0,12 \log(\text{arcseg})$).

Em relação à acomodação, o grupo da dominância homónima apresenta um aumento ligeiramente inferior nos ciclos efetuados ($0,38 \pm 0,50 \text{ cp10s}$) quando comparados com o grupo da dominância homónima ($0,50 \pm 0,76 \text{ cp10s}$).

Para os tempos de reação, foi registada uma maior diminuição dos valores do tempo de reação visual sensorial no grupo da dominância homónima ($-0,034 \pm 0,029 \text{ s}$) relativamente ao grupo da dominância cruzada ($-0,004 \pm 0,033 \text{ s}$). Em relação ao tempo de reação visual motor, foi registada uma ligeira diminuição no grupo da dominância homónima ($-0,004 \pm 0,029 \text{ s}$) e um ligeiro aumento no grupo da dominância cruzada ($0,005 \pm 0,019 \text{ s}$). No que concerne ao tempo de reação visual, as diferenças registadas para o grupo da dominância homónima assumem uma melhoria ($-0,039 \pm 0,032 \text{ s}$) enquanto que as registadas para o grupo da dominância cruzada representam um ligeiro aumento ($0,001 \pm 0,034 \text{ s}$).

Com recurso ao teste de Mann-Whitney U apenas se encontram diferenças estatisticamente significativas para o tempo de reação visual.

4.7 Comparação por posição

Na tabela 4.8 estão inseridos os valores médios e o desvio padrão referentes aos valores iniciais para a AVE e a AVD em função da posição que o atleta ocupa no terreno de jogo. Apresenta também a significância estatística obtida através do teste de Kruskal-Wallis.

Tabela 4.8 Valores descritivos e comparação através do teste Kruskal-Wallis dos valores iniciais de AVE e AVD, em relação à posição que o atleta ocupa no terreno de jogo

	N	Posição	Média±DP	Significância estatística (Teste Kruskal-Wallis)
AVE (Decimal)	3	Guarda-Redes	1,00±0,00	p=0,460
	7	Defesa	0,86±0,25	
	6	Médio	0,97±0,08	
	5	Avançado	1,00±0,000	
AVD (Decimal)	3	Guarda-Redes	0,60±0,16	p=0,463
	7	Defesa	0,62±0,12	
	6	Médio	0,53±0,12	
	5	Avançado	0,57±0,06	

É possível observar que os guarda-redes e os avançados possuem valores de AVE (1,00±0,00) superiores aos defesas e médios, registrando os defesas o menor valor (0,86±0,25).

Em relação à AVD os defesas apresentam o valor mais elevado (0,62±0,12) enquanto que os médios assumem o menor valor (0,53±0,12).

No entanto, com recurso ao teste de Kruskal-Wallis, verifica-se que não existem diferenças estatisticamente significativas para os valores iniciais de AVE e AVD em função da posição.

A tabela 4.9 apresenta os valores médios e o desvio padrão referente aos valores iniciais dos componentes do erro refrativo (M, J0 e J45), em função da posição que o atleta ocupa no terreno de jogo. Apresenta também a significância estatística obtida através do teste de Kruskal-Wallis.

Tabela 4.9 Valores descritivos e comparação através do teste Kruskal-Wallis dos valores iniciais do erro refrativo, em relação à posição que o atleta ocupa no terreno de jogo

	N	Posição	Média±DP	Significância estatística (Teste Kruskal-Wallis)
M OD (D)	3	Guarda-Redes	-0,75±0,38	p=0,659
	7	Defesa	-0,04±2,02	
	6	Médio	-1,00±0,70	
	5	Avançado	-0,15±1,05	
J0 OD (D)	3	Guarda-Redes	0,07±0,12	p=0,248
	7	Defesa	-0,26±0,58	
	6	Médio	-0,06±0,23	
	5	Avançado	0,14±0,20	
J45 OD (D)	3	Guarda-Redes	-0,04±0,08	p=0,513
	7	Defesa	0,03±0,46	
	6	Médio	-0,14±0,14	
	5	Avançado	-0,01±0,09	

Observa-se que, para a componente M, os médios assumem valores mais miópicos (-1,00±0,70 D) enquanto que os defesas assumem valores mais próximos da emetropia (-0,04±2,02 D). Na componente J0, foi registado, para os defesas, o valor mais miópico (-0,26±0,58 D) e para os avançados o valor mais hipermetrópicos (0,14±0,20 D). No que respeita à componente J45, verificou-se, para os médios o valor mais miópico (-0,14±0,14 D) e para os defesas o valor mais hipermetrópicos (0,03±0,46 D).

No entanto, com base no teste de Kruskal-Wallis, verifica-se que não existem diferenças estatisticamente significativas, para os valores iniciais, em nenhum dos componentes do erro refrativo, em função da posição.

Na tabela 4.10 estão inseridos os valores médios e o desvio padrão das diferenças antes e após o treino desportivo, para os componentes do erro refrativo (M, J0 e J45), em função da posição que o atleta ocupa no terreno de jogo. Apresenta também a significância estatística obtida através do teste de Kruskal-Wallis.

Tabela 4.10 Valores descritivos e comparação através do teste Kruskal-Wallis das diferenças nos componentes do erro refrativo, após um treino desportivo, em relação à posição que o atleta ocupa no terreno de jogo

	N	Posição	Diferença (média±DP)	Significância estatística (Teste Kruskal-Wallis)
M OD (D)	3	Guarda-Redes	-0,17±0,38	p=0,051
	7	Defesa	0,11±0,33	
	6	Médio	-0,19±0,41	
	5	Avançado	0,45±0,34	
J0 OD (D)	3	Guarda-Redes	-0,04±0,08	p=0,555
	7	Defesa	-0,07±0,07	
	6	Médio	0,01±0,09	
	5	Avançado	-0,05±0,30	
J45 OD (D)	3	Guarda-Redes	-0,04±0,06	p=0,322
	7	Defesa	0,01±0,10	
	6	Médio	0,03±0,07	
	5	Avançado	-0,02±0,24	

Observa-se que, no que diz respeito à componente M, para os guarda-redes e médios registou-se um aumento miópico e para os defesas e avançados foi registado um aumento hipermetrópico, sofrendo os avançados a maior variação (0,45±0,34 D) e os defesas a menor (0,11±0,33 D). Na componente J0 verificou-se um aumento hipermetrópico para os médios e miópico para as restantes posições, sofrendo os defesas a maior alteração (-0,07±0,07 D) e os médios a menor (0,01±0,09 D). Em relação à componente J45 um aumento hipermetrópico foi registado para médios e defesas e um aumento miópico para guarda redes e avançados, sendo que a maior variação foi registada pelos guarda-redes (-0,04±0,06 D) e a menor pelos defesas (0,01±0,10 D).

Com recurso ao teste de Kruskal-Wallis, verifica-se que não existem diferenças estatisticamente significativas para a variação dos componentes do erro refrativo, após o treino desportivo, em função da posição.

A tabela 4.11 contempla os valores médios e o desvio padrão dos valores iniciais referentes aos componentes da visão binocular e acomodação, nomeadamente forias em visão de longe (FH VL) e em visão de perto (FH VP), a estereopsia em visão de perto

(EST VP) e a flexibilidade acomodativa em visão de perto (FA VP), em função da posição que atleta desempenha no terreno de jogo. Apresenta também a significância estatística obtida através do teste de Kruskal-Wallis.

Tabela 4.11 Valores descritivos e comparação através do teste Kruskal-Wallis dos valores iniciais para os componentes da visão binocular e acomodação, em relação à posição que o atleta ocupa no terreno de jogo

	N	Posição	Média±DP	Significância estatística (Teste Kruskal-Wallis)
FH VL (Δ)	3	Guarda-Redes	0,00±0,00	p=1,000
	7	Defesa	0,00±0,00	
	6	Médio	0,00±0,00	
	5	Avançado	0,00±0,00	
FH VP (Δ)	3	Guarda-Redes	0,00±0,00	p=0,908
	7	Defesa	-0,43±1,13	
	6	Médio	0,00±0,00	
	5	Avançado	-2,00±5,05	
EST VP (log(arcseg))	3	Guarda-Redes	1,30±0,0,10	p=0,068
	7	Defesa	1,82±0,41	
	6	Médio	1,83±0,23	
	5	Avançado	1,90±0,48	
FA VP (cp10s)	3	Guarda-Redes	2,00±1,00	p=0,487
	7	Defesa	2,29±1,11	
	6	Médio	2,17±1,17	
	5	Avançado	1,40±0,55	

É possível observar que, em relação às forias em visão de perto, os defesas e avançados assumem valores exofóricos e os médios e guarda-redes assumem valores ortofóricos. Foi registado, para os avançados, o valor mais elevado (-2,00±5,05 Δ).

Em relação a estereopsia em visão de perto, os guarda-redes apresentam os menores valores absolutos (1,30±0,0,10 log(arcseg)) enquanto que para os avançados, foram registados os valores absolutos mais elevados (1,90±0,48 log(arcseg)). Como os resultados são apresentados na escala logarítmica, um menor valor absoluto vai corresponder a uma melhor estereopsia.

Para a flexibilidade acomodativa os defesas obtiveram os valores mais elevados de ciclos por cada dez segundos ($2,29 \pm 1,11$ cp10s) enquanto que, para os avançados, foi registado o menor valor ($1,40 \pm 0,55$ cp10s).

Recorrendo ao teste de Kruskal-Wallis, não se verifica a existência de diferenças estatisticamente significativas para nenhum dos componentes da visão binocular e da acomodação, em função da posição.

A tabela 4.12 contém os valores médios e o desvio padrão das diferenças antes e após o treino desportivo, referentes aos componentes da visão binocular e acomodação, nomeadamente forias em visão de longe (FH VL) e em visão de perto (FH VP), para a estereopsia em visão de perto (EST VP) e para a flexibilidade acomodativa em visão de perto (FA VP) em função da posição que atleta desempenha no terreno de jogo. Apresenta também a significância estatística obtida através do teste de Kruskal-Wallis.

Tabela 4.12 Valores descritivos e comparação através do teste Kruskal-Wallis das diferenças nos componentes da visão binocular e acomodação, após um treino desportivo, em relação à posição que o atleta ocupa no terreno de jogo

	N	Posição	Diferença (média±DP)	Significância estatística (Teste Kruskal-Wallis)
FH VL (Δ)	3	Guarda-Redes	0,00±0,00	1,000
	7	Defesa	0,00±0,00	
	6	Médio	0,00±0,00	
	5	Avançado	0,00±0,00	
FH VP (Δ)	3	Guarda-Redes	0,00±0,00	0,081
	7	Defesa	0,00±0,00	
	6	Médio	0,00±0,00	
	5	Avançado	-0,60±0,89	
EST VP (log(arcseg))	3	Guarda-Redes	0,03±0,16	0,443
	7	Defesa	-0,16±0,11	
	6	Médio	-0,07±0,28	
	5	Avançado	-0,20±0,23	
FA VP (cp10s)	3	Guarda-Redes	0,67±0,58	0,447
	7	Defesa	0,29±0,76	
	6	Médio	0,67±0,52	
	5	Avançado	0,20±0,45	

É possível observar que para as forias em visão de perto (FH VP) apenas os avançados registaram alterações, havendo um aumento no sentido da exoforia (-0,60±0,89 Δ).

Em relação a estereopsia em visão de perto, registou-se um aumento nos valores absolutos da estereopsia para os guarda-redes enquanto que, nas restantes posições se verificou uma diminuição. A maior variação é observada nos avançados (-0,20±0,23 log(arcseg)) enquanto que a menor variação é observada nos guarda-redes (0,03±0,16 log(arcseg)).

Para a flexibilidade acomodativa foram registados aumentos em todas as posições destacando-se, com as maiores variações, os guarda-redes (0,67±0,58 cp10s) e os médios (0,67±0,52 cp10s) e com a menor variação os avançados (0,20±0,45 cp10s).

No entanto, recorrendo ao teste de Kruskal-Wallis, não se verifica a existência de diferenças estatisticamente significativas para nenhum dos componentes da visão binocular e da acomodação, após o treino desportivo, em função da posição.

A tabela 4.13 contém os valores médios e o desvio padrão dos valores iniciais, para os tempos de reação motor (TRVM), sensorial (TRVS) e total (TRV), em função da posição que atleta desempenha no terreno de jogo. Apresenta também a significância estatística obtida através do teste de Kruskal-Wallis.

Tabela 4.13 Valores descritivos e comparação através do teste Kruskal-Wallis dos valores iniciais para os componentes do tempo de reação, em relação à posição que o atleta ocupa no terreno de jogo

	N	Posição	Diferença (média±DP)	Significância estatística (Teste Kruskal-Wallis)
TRVM (s)	3	Guarda-Redes	0,155±0,010	p=0,439
	6	Defesa	0,138±0,042	
	6	Médio	0,151±0,025	
	5	Avançado	0,144±0,017	
TRVS (s)	3	Guarda-Redes	0,282±0,018	p=0,393
	6	Defesa	0,280±0,041	
	6	Médio	0,265±0,022	
	5	Avançado	0,293±0,034	
TRV (s)	3	Guarda-Redes	0,437±0,010	p=0,273
	6	Defesa	0,418±0,057	
	6	Médio	0,416±0,014	
	5	Avançado	0,436±0,025	

É possível observar que, para O TRVM os defesas apresentam os menores valores (0,138±0,042 s), enquanto que os guarda-redes assumem os valores mais elevados (0,155±0,010 s). Em relação ao TRVS os menores valores estão associados aos médios (0,265±0,022 s) e os maiores valores aos avançados (0,293±0,034 s). No que concerne ao TRV, foram registados para os médios os menores valores (0,416±0,014 s) e para os guarda-redes, foram registados, os valores mais elevados (0,437±0,010 s).

No entanto, não se verificou, através do teste de Kruskal-Wallis, a existência de diferenças estatisticamente significativas para nenhum dos valores iniciais das componentes do tempo de reação.

Na tabela 4.14 estão registados os valores médios e o desvio padrão das diferenças antes e após o treino desportivo, para os tempos de reação motor (TRVM), sensorial (TRVS) e total (TRV), em função da posição que atleta desempenha no terreno de jogo. Apresenta também a significância estatística obtida através do teste de Kruskal-Wallis.

Tabela 4.14 Valores descritivos e comparação através do teste Kruskal-Wallis das diferenças nos componentes do tempo de reação, após um treino desportivo, em relação à posição que o atleta ocupa no terreno de jogo

	N	Posição	Diferença (média±DP)	Significância estatística (Teste Kruskal-Wallis)
TRVM (s)	3	Guarda-Redes	-0,014±0,008	0,345
	6	Defesa	-0,001±0,036	
	6	Médio	0,011±0,025	
	5	Avançado	-0,005±0,018	
TRVS (s)	3	Guarda-Redes	-0,033±0,017	0,603
	6	Defesa	-0,016±0,038	
	6	Médio	-0,018±0,043	
	5	Avançado	-0,029±0,031	
TRV (s)	3	Guarda-Redes	-0,047±0,012	0,371
	6	Defesa	-0,018±0,046	
	6	Médio	-0,007±0,042	
	5	Avançado	-0,033±0,031	

É possível observar que, à exceção dos valores dos médios para TRVM, todos os tempos de reação diminuíram ou mantiveram-se. As maiores alterações foram registadas para os guarda redes nos tempos de reação motor (-0,014±0,008 s), sensorial (-0,033±0,017 s) e total (-0,047±0,012 s), enquanto que, as menores variações, foram

registadas para os defesas no TRVM ($-0,001 \pm 0,036$ s) e para os médios para os tempos de reação visual sensorial ($-0,018 \pm 0,043$ s) e total ($-0,007 \pm 0,042$ s).

No entanto, não se verifica, através do teste de Kruskal-Wallis, a existência de diferenças estatisticamente significativas para nenhum dos tempos de reação, após o treino desportivo, em função da posição.

4.8 Rendimento desportivo

Foram reunidas as classificações médias de 16 atletas, referentes à época 2017/2018, de forma a perceber se as alterações verificadas, nas capacidades visuais analisadas, estão relacionadas com a performance desportiva.

As classificações, que variam entre 0 e 10, são produzidas por um algoritmo do site *WhoScore.com* [82] (site especializado em análise estatística no futebol) através da combinação de 200 parâmetros de avaliação, cruzados com dados estatísticos da Opta Sports [83] (empresa de referência no mercado de estatística no futebol e na avaliação de desempenho dos atletas). São apresentados apenas os dados referentes a 16 jogadores porque os restantes não efetuaram jogos suficientes para que fosse feita uma análise apropriada.

A UEFA (Union of European Football Associations), organismo que tutela o futebol europeu, apenas apresenta este tipo de dados para as 5 principais ligas europeias, nas quais Portugal não está, neste momento, incluído. A FPF (Federação Portuguesa de Futebol), responsável pelo futebol nacional, não apresenta informação acerca deste tipo de dados.

Os dados foram analisados através do teste de correlação de Spearman, uma vez que as variáveis não apresentavam uma distribuição normal e divididos em duas partes: correlação entre as capacidades visuais iniciais dos atletas e a performance e a correlação entre a alteração dessas capacidades, por indução de um treino desportivo, e a performance.

Para as correlações de Spearman foi considerada a seguinte classificação para os valores absolutos: se o módulo do coeficiente de correlação é superior ou igual a 0 mas inferior a 0,2, não existe correlação, ou esta é muito fraca; se é igual ou superior a 0,2 mas inferior a 0,7, a correlação é moderada; se é igual ou superior a 0,7 mas inferior a 0,9, a correlação é forte; No caso de ser superior ou igual a 0,9, a correlação é muito forte. [84]

A tabela 4.15 inclui, para a relação entre as capacidades visuais iniciais dos atletas e a performance, a significância estatística e o coeficiente de correlação, obtidos através do teste de correlação de Spearman.

Tabela 4.15 Estudo da relação entre as capacidades visuais iniciais dos atletas e a performance desportiva, através do teste de correlação de Spearman.

	N	Significância estatística	Coeficiente de correlação de Spearman
AVE	16	p=0,386	0,233
AVD	16	p=0,081	0,449
M OD (D)	16	p=0,423	-0,215
J0 OD (D)	16	p=0,598	-0,143
J45 OD (D)	16	p=0,276	-0,290
FH VL (Δ)	16	sem dados	Sem dados
FH VP (Δ)	16	p=0,868	-0,045
EST VP (log(arcseg))	16	p=0,549	-0,162
FA VP (cp10s)	16	p=0,003	0,691
TRVM (s)	15	p=0,869	-0,047
TRVS (s)	15	p=0,007	-0,665
TRV (s)	15	p=0,048	-0,518

Ao analisar a tabela 4.11 verifica-se uma correlação com significância estatística para a FA VP (p=0,003), TRVS (p=0,007) e TRV (p=0,048). A relação entre a FA VP e a performance é diretamente proporcional, ou seja, uma maior FA VP corresponde a uma melhor performance. A relação entre os tempos de reação visual sensorial e total e a performance são inversamente proporcionais, ou seja, menores tempos de reação

correspondem a melhores performances. A correlação entre a performance desportiva e a FA VP, os tempos de reação visual sensorial e total é moderada.

Os gráficos 4.5, 4.6 e 4.7 contêm os valores supracitados, representados sob a forma de gráficos de dispersão. É possível observar, através da linha de ajuste, a forma como se relacionam as variáveis em causa e a performance. Uma linha ascendente indica uma correlação direta e uma linha descendente uma correlação inversa. [84]

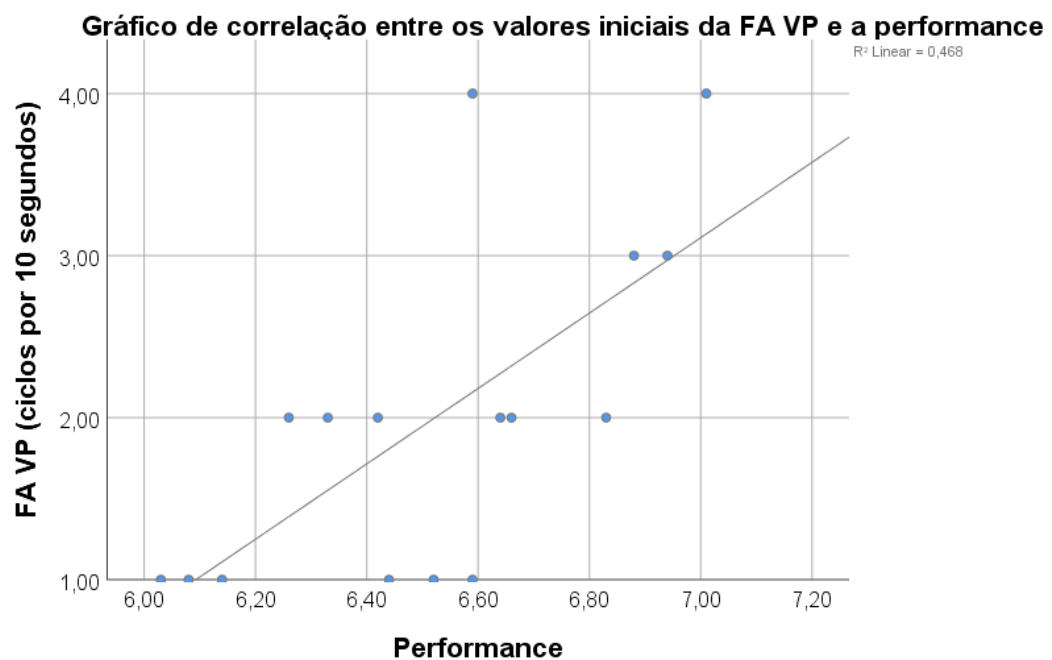


Figura 4.5 Gráfico de correlação entre os valores iniciais da FA VP e a performance

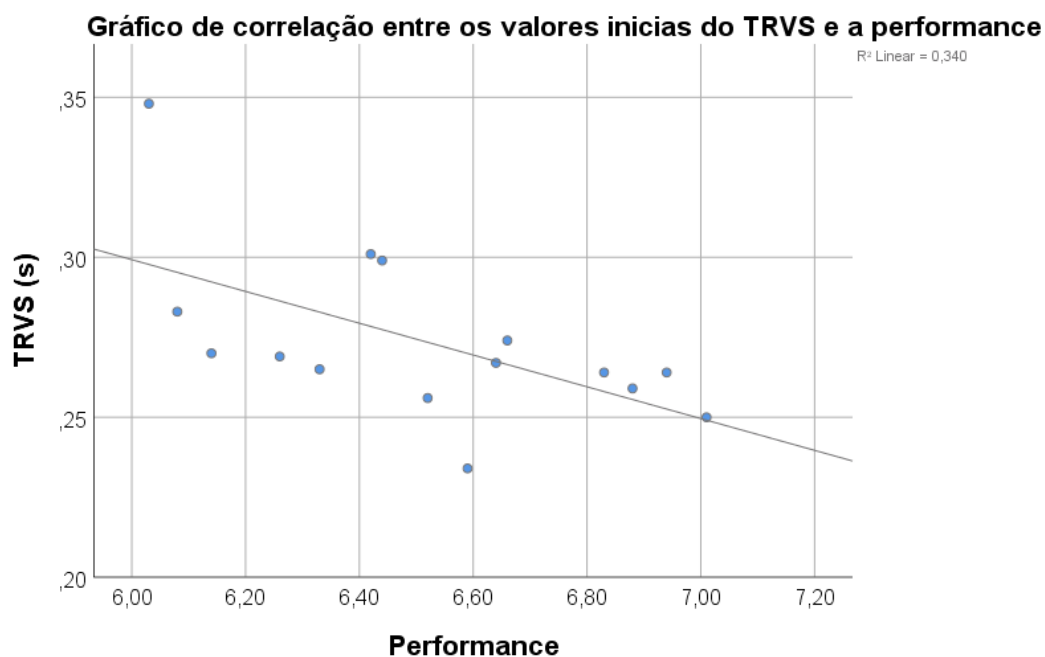


Figura 4.6 Gráfico de correlação entre os valores iniciais do TRVS e a performance

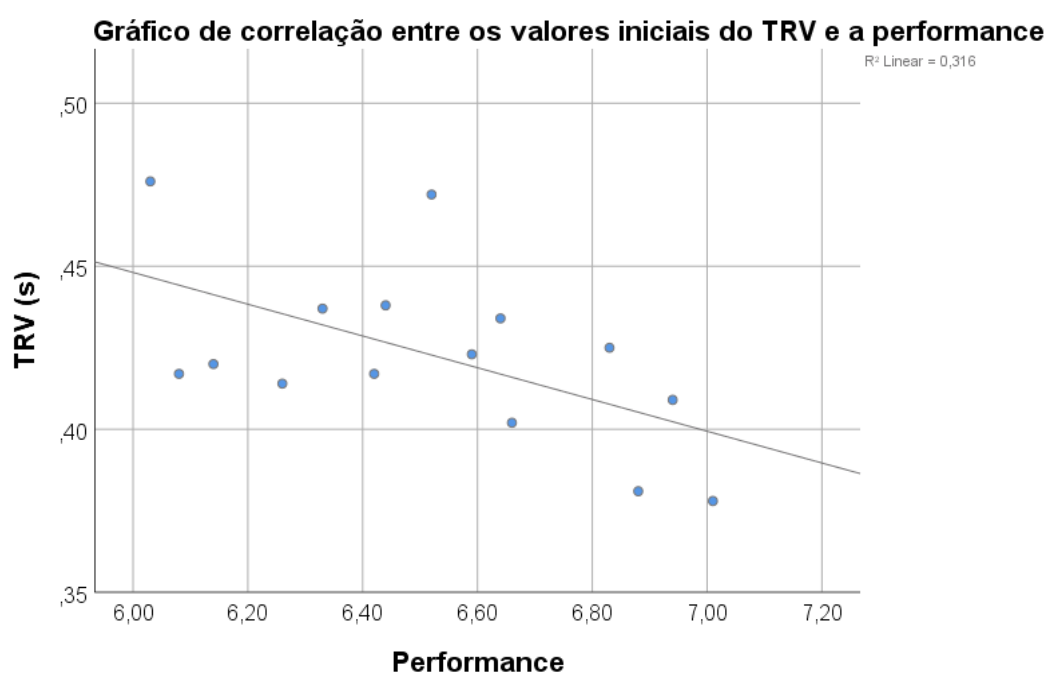


Figura 4.7 Gráfico de correlação entre os valores iniciais do TRV e a performance

A tabela 4.16 contempla, para a relação entre a alteração das capacidades visuais e a performance, a significância estatística e o coeficiente de correlação, obtidos através do teste de correlação de Spearman.

Tabela 4.16 Estudo da relação entre a alteração nas capacidades visuais, após a realização de um treino desportivo, e a performance desportiva, através do teste de correlação de Spearman.

	N	Significância estatística	Coeficiente de correlação de Spearman
M OD (D)	16	p=0,114	-0,411
J0 OD (D)	16	p=0,736	-0,092
J45 OD (D)	16	p=0,221	0,324
FH VL (Δ)	16	sem dados	Sem dados
FH VP (Δ)	16	p=0,212	-0,330
EST VP (log(arcseg))	16	p=0,443	-0,206
FA VP (cp10s)	16	p=0,781	0,075
TRVM (s)	15	p=0,583	0,154
TRVS (s)	15	p=0,234	0,327
TRV (s)	15	p=0,080	0,466

Não existem dados com valor estatisticamente significativo, que suportem a premissa de que as variações nas capacidades visuais, verificadas após o treino desportivo, influenciam negativa ou positivamente a performance desportiva.

5 Discussão

O objetivo central deste estudo é aferir a existência de alterações no sistema visual após a submissão dos atletas a um treino desportivo e, definir quais as capacidades alteradas e de que forma se verificam essas alterações. Na revisão bibliográfica surgiu apenas um estudo com contornos semelhantes, pelo que a comparação da média das diferenças, antes e após o treino desportivo, será feita com esse estudo. De realçar que o estudo em causa foi efetuado a uma população de atletas amadores, pelo que, as existências de outro tipo de ocupações a tempo inteiro são passíveis de ter influência na variação das capacidades visuais.

Os valores obtidos na avaliação realizada antes do treino desportivo, foram utilizados para a caracterização do sistema visual dos atletas e serão comparados com as médias da população em geral e com outros grupos de jogadores de estudos distintos, sempre que existam dados para tal e as comparações sejam metodologicamente viáveis.

Em relação à avaliação das componentes do erro refrativo é possível verificar que o aumento hipermetrópico que ocorreu para a componente principal, M ($0,07 \pm 0,42$ D), não é estatisticamente significativo e tem de se considerar desprovido de significância clínica. Num estudo semelhante registou-se um aumento hipermetrópico superior ($0,51 \pm 0,39$ D) [85].

Comparando os valores iniciais para a componente M ($-0,44 \pm 1,33$ D) com os valores da população em geral ($-0,29 \pm 0,02$ D) [86] e com os valores de uma diferente população de atletas ($-0,04 \pm 0,83$ D) [46] é possível constatar que a população deste estudo possui, em média, valores mais miópicos do que as duas populações supracitadas. Neste parâmetro, a população geral apresenta valores refrativos mais próximos da emetropia do que a população de atletas em estudo. O facto de o número de elementos da amostra em causa ser reduzido é um fator limitador, fazendo com que se acentue a heterogeneidade da mesma.

No que respeita à avaliação da visão binocular, e em particular às forias horizontais, não se verificaram diferenças estatística ou clinicamente significativas em

relação às FH VL ($0,00 \pm 0,00 \Delta$) e às FH VP ($-0,14 \pm 0,48 \Delta$). Num estudo semelhante os pacientes apresentaram uma maior variação endofórica para as FH VP ($0,60 \pm 0,90$) [85].

Comparando os valores iniciais da FH VL ($0,00 \pm 0,00 \Delta$) com os valores de uma população de não atletas ($-0,13 \pm 1,37 \Delta$) [87] e com os valores referentes a uma população de atletas ($0,05 \pm 1,95 \Delta$) [87] verifica-se que todos os valores médios estão próximos da ortoforia. Comparando da mesma forma os valores iniciais da FH VP ($0,62 \pm 2,48 \Delta$), com os valores da população em geral ($0,55 \pm 1,02 \Delta$) [88] e com outra população de atletas ($-0,9 \pm 1,20 \Delta$) [85], verifica-se uma maior tendência endofórica por parte dos atletas deste estudo. No entanto, é necessário considerar a forma como foi efetuada a avaliação das forias e ter em conta os erros associados a uma avaliação utilizando a combinação do *cover test* e do teste de Thorington.

No que concerne à avaliação da EST VP ($-0,11 \pm 0,21 \log(\text{arcseg})$), verificaram-se diferenças estatisticamente significativas ($p=0,024$) e cuja significância clínica poderá ser alvo de escrutínio, não devido ao valor numérico da variação, mas à influência que pequenas oscilações na estereopsia poderão provocar na performance desportiva. Num jogo que por vezes se decide nos detalhes, e tendo em consideração o modelo de processamento de Welford, uma pequena melhoria na estereopsia poderá fazer com que exista um incremento significativo na qualidade da informação visual que será processada e, desta forma, diminuir o tempo de resposta do atleta à tarefa específica. Não é possível comparar este estudo com um estudo semelhante devido a diferenças metodológicas, nomeadamente, na seleção das unidades de medida.

Os estudos acerca da estereopsia, que envolveram populações de atletas, apresentam os resultados em arcseg, e os estudos que envolvem população não atleta são realizados em pacientes pediátricos ou com determinadas condições, pelo que, influenciariam a comparação.

Para a acomodação, na avaliação da FA VP ($0,43 \pm 0,60 \text{ cp10s}$) verificou-se um aumento nos ciclos por dez segundos, com significância estatística ($p=0,007$) e desprovida de significância clínica na análise bruta dos valores. No entanto, se for tido em conta a duração de um jogo de futebol, face aos níveis de cansaço físico e mental,

pequenas melhorias na flexibilidade acomodativa poderão ter um efeito positivo nos tempos de resposta do atleta, tendo por base o modelo de processamento de Welford.

O método utilizado para avaliação FA VP não permite que esta seja comparada com dados de outros estudos.

Em relação aos tempos de reação verificou-se a manutenção dos valores iniciais do TRVM ($0,000 \pm 0,026$ s), e uma diminuição do TRVS ($-0,022 \pm 0,034$ s) e TRV ($-0,023 \pm 0,038$ s), sendo os dois últimos estatisticamente significativos ($p=0,009$), ($p=0,014$).

Num estudo do género, foram encontradas variações maiores para o TRVM ($0,01 \pm 0,03$ s), sensivelmente iguais para o TRVS ($-0,02 \pm 0,02$ s) e variações menores para o TRV ($-0,01 \pm 0,03$ s). [85]

Por exemplo, na marcação de um penalty, no futebol, a bola pode atingir velocidades iniciais na ordem dos 100 km/h. [89] A distância da marca de penalidade à baliza é de 11 metros. [90] Nestas condições, a bola chegará à linha de golo em, aproximadamente, 0,40s. Tendo em conta estas considerações, as diferenças apresentadas para o TRV e para o TRVS poderão ser consideradas clinicamente significativas, pois são a manifestação mensurável do modelo de processamento de Welford. Existe uma diminuição do tempo de resposta, que pode, em diversas situações, ser benéfica para a performance do atleta.

Como o TRV é o somatório do TRVM com o TRVS, as alterações aqui evidenciadas são fruto de uma diminuição do TRVS. Esta diminuição poderá estar associada aos mecanismos perceptuais e de decisão presentes no modelo de Welford.

Comparando os valores iniciais de TRV ($0,424 \pm 0,027$ s) com os de um grupo de não atletas ($0,47 \pm 0,14$ s) [91] e com uma amostra de outros atletas ($0,37 \pm 0,10$ s) [91], verifica-se que a amostra de atletas deste estudo obtém valores menores do que a amostra de não atletas, embora sejam superiores ao de outros atletas. Novamente, o facto de o número de elementos da amostra em causa ser reduzido é um fator limitador, fazendo com que se acentue a heterogeneidade da mesma. As diferenças na

metodologia de avaliação entre os estudos, no que respeita aos equipamentos utilizados, também devem ser tidas em conta.

No que respeita à dominância, não se obtiveram resultados estatisticamente significativos em relação às capacidades visuais iniciais. No entanto, verifica-se que o grupo da dominância cruzada apresenta melhores resultados na maioria dos parâmetros analisados. Ao introduzir o treino, e fazendo a comparação entre o tipo de dominância e as variações registadas, obtiveram-se resultados estatisticamente significativos ($p=0,037$) para o TRV, na comparação entre dominância homónima ($-0,039\pm0,032$ s) e a dominância cruzada ($0,001\pm0,034$ s). À luz do que foi apresentado anteriormente em relação aos tempos de reação estes valores poderão ser considerados clinicamente significativos.

O tipo de dominância pode apresentar vantagens e desvantagens dentro de determinado desporto porque é influenciado pelo tipo de tarefa a desempenhar e a posição onde a situação se desenrola [51]. Os resultados sugerem que os atletas com dominância homónima obtêm melhores valores de TRV após o treino desportivo, enquanto que os atletas com dominância cruzada obtêm piores registos após esse mesmo treino.

Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas para as capacidades visuais iniciais em função da posição. É possível constatar que não existe uma posição que se superiorize em termos de capacidades visuais iniciais. Isto poderá ser lógico se pensarmos que, para cada posição, são exigidas diferentes tarefas, que estarão relacionadas com determinadas habilidades visuais, em detrimento de outras. No entanto, de um modo geral, os avançados assumem os valores mais baixos para componentes como, FH VP, FA VP, EST VP e TRVS.

Não se registou uma relação entre as variações registadas e a posição que os atletas ocupam em campo, nem uma correlação entre essas variações e a performance desportiva. Estes resultados poderão estar associados ao baixo número de elementos da amostra. De realçar que, apesar, apesar de não existir uma correlação mensurável entre as variações registadas e a performance desportiva, as alterações que foram descritas

podem beneficiar o atleta em alguns detalhes pontuais do jogo, como descrito anteriormente.

Foi encontrada uma correlação com significância estatística entre os valores iniciais das habilidades visuais e a performance, nomeadamente para a FA VP ($p=0,003$), o TRVS ($p=0,007$) e o TRV ($p=0,048$). Estes resultados sugerem uma associação entre as habilidades visuais e performance desportiva, suportando a teoria de que existe relação entre o sistema visual e o rendimento desportivo.

Com o intuito de responder à questão central deste estudo são apresentadas duas vertentes, a Lei de Yerkes-Dodson e a estamina, das quais se tomou conhecimento aquando da pesquisa bibliográfica, e que poderão ser associadas aos resultados obtidos. Contudo, as associações que serão feitas são apenas o resultado do desenrolar de um processo de raciocínio lógico, pois não existem estudos nem teorias que as relacionem com a questão em análise.

A lei de Yerkes-Dodson, desenvolvida em 1908 pelos psicólogos Robert Yekes e John Dodson, sugere empiricamente, uma relação entre o estado de excitação e a performance. O estado de excitação é determinado por processos psicológicos como as emoções e está associado aos níveis de ansiedade e motivação. Desempenha um papel importante na regulação da atenção, estado de alerta e processamento da informação. [92]

Segundo esta lei, verificam-se incrementos na performance com o aumento do estado de excitação psicológico, mas apenas até determinado patamar. Quando os níveis de excitação se tornam demasiado elevados ocorre o fenómeno de sobreexcitação, a partir do qual, a performance diminui. [92]

Existem estudos que afirmam que esta correlação existe [93] [94] mas ainda não houve sucesso na tentativa de obter uma causa. [94]

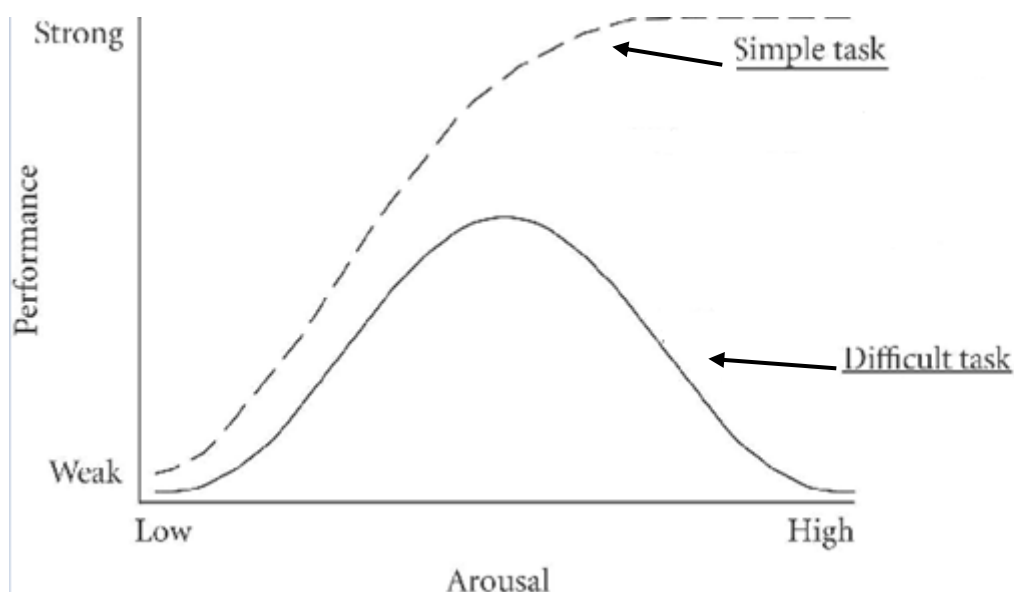


Figura 5.1 Lei de Yerkes-Dodson [95]

A figura 5.1 esquematiza a lei de Yerkes-Dodson e é possível observar que existe um nível otimizado de estado de excitação, ao qual irá corresponder o nível máximo de performance. Também é possível constatar que, as tarefas simples, que não requerem muita concentração nem habilidade técnica, não são negativamente influenciadas pelo estado de sobreexcitação.

Estabeleceu-se que o nível máximo de performance se situa ao nível do ápex da curva. No entanto, o estado de excitação necessário para que a performance do atleta atinja o seu potencial máximo depende de alguns fatores. Entre esses fatores incluem-se o tipo de tarefa, o nível de habilidade e a mentalidade do próprio jogador. [96]

Tarefas que envolvam grandes grupos musculares, como o futebol, ou capacidades motoras grosseiras, como o levantamento de pesos, podem beneficiar de maiores níveis de estado de excitação, pois estão associados ao aumento da velocidade e da força. Ao contrário, jogadores que efetuam tarefas envolvendo capacidades motoras finas, como jogadores de dardos ou bilhar, vão beneficiar de menores níveis de excitação, que promovem melhorias na coordenação e concentração. [96]

Em relação ao nível de habilidade, um atleta amador vai beneficiar de menores níveis do estado de excitação, enquanto que um atleta experiente beneficiará de maiores níveis. Isto acontece porque o atleta amador necessita de grande concentração

para efetuar tarefas que ainda não estão totalmente assimiladas, ao mesmo tempo que retira do ambiente envolvente pistas e sinais que lhe permitam realizar a ação correta em tempo útil. Os menores níveis do estado de excitação contribuem para isso, preservando a concentração e a coordenação. Num atleta experiente, as habilidades estão bem implementadas e os gestos técnicos surgem naturalmente. Por este motivo, um estado de excitação semelhante ao de um amador não provocará alterações positivas ao nível da performance, porque o atleta retirará maior benefício com acréscimo de força e velocidade (associados aos níveis superiores do estado de excitação). [92]

Outro fator de relevo é a mentalidade do jogador. Diferentes jogadores, com o mesmo nível de experiência e habilidade técnica podem necessitar de diferentes níveis do estado de excitação para atingirem a melhor performance. [92] [97]

Durante um treino desportivo, à semelhança do que acontece em contexto de jogo, os atletas estão sujeitos à variação dos níveis de ansiedade e motivação, que influenciam o estado de excitação. Estas alterações no estado de excitação vão exercer influência na tensão muscular (que promove a eficiência muscular) [98] e na coordenação, que vão resultar em alterações na atenção. [99] Estas alterações no estado de excitação podem ter um impacto positivo ou negativo, dependendo da conjugação dos três fatores anteriormente descritos.

No caso de o estado de excitação ser favorável ao aumento da qualidade da performance, o aumento nos níveis de atenção, de eficiência muscular e de coordenação podem justificar as melhorias registadas após o treino desportivo para a FA VP, a EST VP, o TRVS e o TRV, através de uma maior qualidade no processamento da informação visual e rapidez de resposta.

A estamina é definida como a capacidade de resistência. Esta pode ser física ou mental. No caso específico do desporto, é a capacidade que o atleta tem de realizar determinada ação durante o maior período de tempo consecutivo. Os níveis de estamina aumentam durante o exercício físico e este aumento produz uma maior eficiência muscular. [98]

A avaliação da flexibilidade acomodativa consiste na determinação da capacidade que um indivíduo possui de repetir um procedimento durante um determinado tempo, finito e estabelecido, mas pode ser observado de outro ângulo, como a capacidade que um indivíduo tem de repetir o mesmo procedimento durante o maior tempo possível. Pode interpretar-se o teste da flexibilidade acomodativa como um teste de resistência aos músculos ciliares.

Assumindo que o aumento da eficiência muscular, associada ao aumento dos níveis de estamina, ocorra em todos os músculos do corpo humano, com maior ou menor ênfase em determinados sectores musculares (o que inclui a musculatura ocular), o aumento da eficiência muscular dos músculos ciliares pode justificar as melhorias encontradas na flexibilidade acomodativa após o treino desportivo. E o aumento da eficiência da restante musculatura ocular pode justificar as melhorias registadas para o TRVS e TRV, através da diminuição dos tempos de processamento da informação visual.

Em última análise, as variações obtidas para a FA VP, EST VP, TRVS e TRV podem ser resultado de processos psicológicos e fisiológicos complexos. A forma como se processam estas variações vai depender da resposta individual de cada atleta e da situação específica em que este se enquadra.

É necessário ter em conta a influência que o reduzido número de atletas em estudo tem sobre os resultados. Numa amostra pequena, como é o caso desta, a heterogeneidade dos valores tem um peso superior, especialmente quando se divide a amostra por grupos, como o caso da divisão por posições.

A intensidade do treino também influencia os resultados. O treino foi classificado pela equipa técnica como de intensidade moderada/alta, mas não houve controlo do tipo de exercícios (aeróbio ou anaeróbio) ou da sua quantificação em termos de esforço.

A bateria de exames deveria ser mais extensa e incluir, por exemplo, a avaliação da estereopsia dinâmica e em visão de longe, da flexibilidade acomodativa em visão de longe e da perceção periférica. Existiu a necessidade de filtrar os testes a efetuar devido ao tempo que a recolha de dados iria ocupar na sessão de treinos. Em clubes

profissionais as sessões de treino são programadas rigorosamente e não existe muita margem temporal que permitisse alongar a bateria de exames.

Seria interessante, em trabalhos futuros, avaliar as alterações após o treino desportivo sob um ambiente controlado. Com controlo no tipo de exercícios efetuados e no nível do desgaste físico produzido nos atletas, através, por exemplo, do acesso ao número de calorias despendidas durante o treino. Isolar grupos sujeitos à indução de stress psicológico e a exercícios de resistência (associados aos maiores níveis de estamina) poderiam fornecer respostas mais concretas quando comparados com um grupo de controlo.

6 Conclusões

- Após o treino desportivo verificam-se melhorias na flexibilidade acomodativa em visão de perto, na estereopsia em visão de perto, no tempo de reação sensorial e no tempo de reação total.
- As alterações encontradas serão resultado de complexos processos fisiológicos e psicológicos e a forma como se processam poderá estar relacionada com características físicas e psicológicas individuais.
- As variações registadas podem produzir resultados benéficos para a prática desportiva, dependendo do tipo de tarefa, da experiência e de características psicológicas individuais.
- Não existe, neste estudo, evidência de que o sistema visual de atletas seja superior ao sistema visual de não atletas.
- Os resultados sugerem que existem características visuais que influenciam positivamente a performance, nomeadamente a flexibilidade acomodativa em visão de perto, e os tempos de reação visual sensorial e total.
- Existe a necessidade de estabelecer protocolos de avaliação a populações de atletas, de forma a uniformizar os processos de investigação e facilitar a comparação entre estudos.
- Numa nota final, é necessária a consciencialização de atletas, equipas técnicas e dirigentes, acerca da influência que a visão tem no desporto, para que exista maior abertura à realização de estudos envolvendo

jogadores profissionais, para que estes consigam utilizar as ferramentas adequadas de forma a melhorar a sua performance.

7 Bibliografia

- [1] E. Marieb e J. Mallat, Human Anatomy, Benjamin Cummings, 2007.
- [2] G. Erickson, "Introducion to sports vision," em *Sports Vision: Vision Care for the enhancement of sports performance*, St. Louis, Missouri, Butterworth-Heinemann, 2007, pp. 2-3.
- [3] Fundação Francsico Manuel dos Santos, "PORDATA," [Online]. Available: <https://www.pordata.pt/>. [Acedido em 28 Janeiro 2018].
- [4] J. DALAND, "Eskimo snow blindness and googles," *Optom J Review Optom*, vol. 4, p. 39:133, 1917.
- [5] D. Loran , "An overview of sport and vision," em *Sports Vision*, Oxford, Butterworth-Heinemann, 1995.
- [6] D. Kirschen e D. Laby, "The Role of Sports Vision in Eye Care Today," *Eye & Contact Lens*, vol. 37, pp. 127-130, 2011.
- [7] I. Cockerill, "Focus on Sports Vision," em *1st International Conference of Sports Vision*, Manchester, Inglaterra, 1999.
- [8] B. Abernethy, "Antecipation in spoil: A review," *Physical Education Review*, vol. 10, pp. 15-16, 1987.
- [9] D. Loran e G. W. Griffiths, "The Correlation of Visual and Soccer Skills," em *1st International Conference of Sports Vision*, Manchester, Inglaterra, 1999.
- [10] B. E. Worrel, "The Impact of Specialized Sports Vision Testing & Therapy on Baseball Bathing Averages," *International Journal of Sports Vision*, vol. 3, pp. 61-64, 1996.

- [11] S. Calder, "A specific visual skill training programme improves field hockey performance," *J Sports Vision*, vol. 5, pp. 3-8, 1998.
- [12] A. Williams e A. Grant, "Training perceptual skills in sport," *Int J Sport Psychology*, vol. 30, pp. 194-220, 1999.
- [13] I. O. Committee, "Olympic.org," [Online]. Available: <https://www.olympic.org/sports#historical-sports>. [Acedido em 15 Setembro 2018].
- [14] G. Erickson, "Visual task analysis in sports," em *Vision care for the enhancement of sports performance*, Butterworth-Heinemann, 2007, p. 8:18.
- [15] H. Obstfeld, R. Pope e N. Efron, "Sports Vision Correction," em *Sports Vision*, Oxford, Butterworth-Heinemann, 1995, p. 131.
- [16] K. Ciuffred e B. Wang, "Vision training and sports," em *Biomedical Engineering principles in sports*, Nova York, Plenum Publishers, 2004, p. 40:433.
- [17] S. A. Hitzeman e S. A. Beckerman, "What the literature says about sports vision," *Optom Clin*, pp. 3-145, 1993.
- [18] C. Hazel, "The efficacy of sports vision practice and its role in clinical optometry," *Clin Exp Optom*, p. 78:98, 1995.
- [19] J. Starkes e J. Deakin, "Perception in sport: a cognitive approach to skilled performance," em *Cognitive sports psychology*, Nova York, Sport Science Association, 1984, p. 115:128.
- [20] B. Abernethy, "Enhancing sports performance through clinical and experimental optometry," *Clin Exp Optm*, p. 69:189, 1986.
- [21] G. Erickson, "Visual information processing in sports," em *Vision care for the enhancement of sports performance*, Butterworth-Heinemann, 2007, p. 19:44.

- [22] A. Welford, "The measurement of sensory-motor performance: survey and reappraisal of twelve years progress," *Ergonomics*, pp. 3-189, 1960.
- [23] R. Martenink, *Information processing in motor skills*, Nova York: Rhinehart and Winston, 1976.
- [24] "SlideShare," [Online]. Available: <https://www.slideshare.net/mbrennan07/lesson-5-information-and-memory-modified-y1>. [Acedido em 30 Setembro 2018].
- [25] H. Pashler, *The psychology of attention*, Cambridge: MIT Press, 1997.
- [26] G. Erickson, "Visual Performance Evaluation," em *Sports Vision: Vision Care for the Enhancement of Sports Vision*, St. Louis, Missouri, Butterworth-Heinemann, 2007, pp. 45-83.
- [27] B. Coffey e A. Reichow, "Optometric Evaluation of the elite athlete," *Probl Optom*, pp. 2-32, 1990.
- [28] E. Elkin, "The effect of target velocity, exposure time and anticipatory tracking time on dynamic visual acuity," Medford, Tufts University, 1961.
- [29] B. Coffey, A. Reichow e T. Johnson, "Visual performance differences among professional, amateur, and senior amateur golfers," *Science and golf*, vol. II, pp. 168-173, 1994.
- [30] R. Moses, "Accommodation," em *Adler's Physiology of the Eye: Clinical Application*, St. Louis, Mosby, 1997, pp. 291-310.
- [31] G. Jendrusch, L. Kaczmarek e P. Lange, "Visual requirements and visual performance profile in soccer," *Med Sci Sports Exerc*, pp. 38-446, 2006.
- [32] D. Laby, A. Rosenbaum e D. Kirschen, "The visual function of professional baseball players," *Am J Ophtalmol*, pp. 122-476, 1996.

- [33] A. Fremion, W. DeMyer e E. Helveston, "Binocular and monocular visual function in world class tennis players," *Bin Vis*, pp. 1-147, 1986.
- [34] G. R. Christenson e A. M. Winkelstein, "Visual skills of athletes versus nonathletes: development of a sports vision testing battery," *J Am Optom Assoc*, vol. 6, pp. 59-66, 1988.
- [35] L. Tussing, "The effect of football and basketball on vision," *Res Q Am Assoc Health Phys Educ*, vol. 11, pp. 16-18, 1940.
- [36] W. Bauscher, "Vision and the athlete," *Optom Weekly*, pp. 19-21, 1968.
- [37] A. Garner, "An overlooked problem: athletes visual needs," *Phys Sportsmed*, pp. 5-75, 1977.
- [38] S. Winograd, "The relationship of timing and vision to baseball performance," *Res Q Am Assoc Health Phys Educ*, vol. 1, pp. 13-48, 1942.
- [39] E. J. Ludvigh, "The gradient of retinal illumination and its practical significance," *Am J Ophthalmol*, pp. 20-260, 1937.
- [40] D. Cline, H. W. Hoffstetter e J. R. Griffin , Dictionary of visual science, Radnor, PA: Chilton, 1980.
- [41] A. Burg e S. Hulbert, "Dynamic visual acuity as related to age, sex and static acuity," *J Appl Psych*, pp. 45-111, 1961.
- [42] S. Weissman e C. Freeburne, "Relationship between static and dynamic visual acuity," *J Exp Psychol*, pp. 69-141, 1965.
- [43] G. Jendrusch, V. Wenzel e H. Heck, "The significance of dynamic visual acuity as a performance-influencing parameter in tennis," *Int J Sports Med*, pp. 19-46, 1998.
- [44] S. A. Beckerman e S. Hitzeman, "The ocular and visual characteristics of an athletic population," *Optometry*, pp. 72-498, 2001.

- [45] H. L. Murphy, "Sports and Vision," *Optom Monthly*, vol. 7, pp. 2-20, 1981.
- [46] J. Jorge e P. Fernandes, "Static and dynamic visual acuity and refractive errors," *Clin Exp Optom*, 2018.
- [47] J. Gardner e A. Sherman, "Vision requirements in Sport," em *Sports Vision*, Oxford, Butterworth-Heinemann, 1995.
- [48] A. P. Ginsburg, "Specifying relevant spatial information for image evaluation and display design: an explanation of how we see certain objects," *Proceedings of the SID*, pp. 21-219, 1980.
- [49] J. G. Classe, K. M. Daum e L. P. Semes, "Association between eye and hand dominance and hitting, fielding and pitching skill among players of the Southern Baseball League," *J Am Optometric Assoc*, pp. 67-81, 1996.
- [50] W. S. Duke-Elder, em *Textbook of ophthalmology*, vol. 1, St Louis, CV Mosby, 1938, pp. 1056-1058.
- [51] S. Coren e C. Porac, "Monocular asymmetries in visual latency as a function of sighting dominance," *Am J Optom Physiol Opt*, vol. 7, pp. 59-98, 1982.
- [52] C. M. Schor e M. C. Flom, "The relative value of stereopsis as a function of viewing distance," *Am J Optom Arch Am Acad Optom*, vol. 5, pp. 46-80, 1969.
- [53] S. M. Ebenholtz e D. M. Wolfson, "Perceptual aftereffects of sustained convergence," *Percept Psychophysics*, vol. 5, pp. 17-48, 1975.
- [54] W. L. Shebilske, C. M. Karmiohl e D. R. Profit, "Induced esophoric shifts in eye convergence and illusory distance in reduce and structured viewing conditions," *J Exp Psych Human Percept Perform*, pp. 9-27, 1983.
- [55] P. K. Hughes, N. L. Blundell e J. M. Walters, "Visual and psychomotor performance of elite, intermediate and novice table tennis competitors," *Clin Exp Optom*, vol. 7, pp. 6-51, 1993.

- [56] A. Graybiel, E. Jokl e C. Trapp, "Russian studies of vision in relation to physical activity and sports," *Res Q Am Assoc Health Phys Educ*, pp. 26-48, 1955.
- [57] R. B. Howard IP, *Binocular vision and stereopsis*, Nova York: Oxford University Press, 1995.
- [58] L. Boden, K. Rosengren, D. Martin e S. Boden, "A comparison of static near stereo acuity in youth baseball/softball players and non-ball players," *Optometry*, vol. III, nº 80, pp. 121-125, 2009.
- [59] G. Savelsbergh e H. Whiting, "The acquisition of catching under monocular and binocular conditions," *J Mot Behav*, nº 0, pp. 24-32, 1992.
- [60] C. von Hofsten, K. Rosengren e H. Pick, "The role of binocular information in ball catching," *J Mot Behav*, nº 9, pp. 24-32, 1992.
- [61] J. Sheedy, I. Bailey e M. Buri, "Binocular vs monocular task performance," *Am J Optom Physiol Opt*, nº 9, pp. 63-83, 1986.
- [62] W. Zinn e H. Solomon, "A comparison of static and dynamic stereoacuity," *J Am Optom Assoc*, nº 2, pp. 56-71, 1985.
- [63] H. Soloman, H. Zinn e R. Vacroux, "Dynamic stereoacuity: a test for hitting a baseball?," *J Am Optom Assoc*, nº 2, pp. 59-62, 1988.
- [64] B. Cassin, *Dictionary of Eye Terminology*, Gainesville: Triad Publishing Company, 1990.
- [65] A. R. Jensen, *Clocking the mind: Mental chronometry and individual differences*, Amsterdam: Elsevier, 2006.
- [66] H. Whitting e S. FH, "Dynamic visual acuity, a factor in catching task," *J Motor Behav*, pp. 6-87, 1974.
- [67] S. Rombouts, F. Barkhof e M. Sprenger, "The functional basis of ocular dominance: functional MRI findings," *Neurosci Lett*, nº 1, p. 221, 1996.

- [68] M. Melcher e D. Lund, "Sports vision and the high school student athlete," *J Am Optom Assoc*, nº 6, pp. 46-63, 1992.
- [69] J. Classe, L. Semes e K. Daum, "Association between perceptual motor abilities and cricket batting," *Percept Mot Skills*, p. 51, 1980.
- [70] S. Taimela, "Factors affecting reaction-time testing and the interpretation of results," *Percept Mot Skills*, nº 5, p. 73, 1991.
- [71] D. Currier e R. Nelson, "Changes in motor conduction velocity induced by exercise and diathermy," *Phys Ther*, nº 6, p. 49, 1969.
- [72] S. Hancock e L. McNaughton, "Effects of fatigue on ability to process visual information by experienced orienteers," *Percept Mot Skills*, nº 1, p. 62, 1986.
- [73] A. Baer, J. Gersten e B. Robertson, "Effects of various exercise programs on isometric tension, endurance and reaction time in the human," *Arch Phys Med Rehabil*, vol. 5, pp. 36-49, 1955.
- [74] S. Coren e C. Kaplan, "Patterns of ocular dominance.," *Am J of Optom and Arch of Am Acad of Optom*, vol. IV, nº 50, p. 283-292, 1973.
- [75] L. Thibos, W. Wheeler e D. Horner, "Power vectors: an application of Fourier analysis to the description and statistical analysis of refractive error," *Optom Vis Sci*, nº 74, pp. 367-375, 1997.
- [76] A. Peyman, M. Peyman e M. Akhlaghi, "Correct method for statistical analysis of stereopsis in ophthalmology research," *Graefe's Arch Clin Exp Ophthalmol*, p. 250, 2012.
- [77] C. Vieira, "Validação de um novo dispositivo de medida do tempo de reação visual," Universidade do Minho, Braga, 2014.
- [78] A. Field, *Discovering statistics using SPSS*, vol. 3, Los Angeles, USA: SAGE Publications, 2009, pp. 141-144.

- [79] W. Corder e D. Foreman, *Nonparametric Statistics for Non-Statisticians: A Step-by-Step Approach*, John Wiley & Sons, 2009.
- [80] H. Kong e S. West, "Ethical principles for medical research involving human subjects," *European Journal of Emergency Medicine*, pp. 221-3, 2001.
- [81] S. Jobke, E. Kasten e C. Vorwek, "The prevalence rates of refractive errors among children, adolescents and adults in Germany," *Clin Ophthalmol*, nº 2, pp. 601-607, 2008.
- [82] "WhoScored," [Online]. Available: www.whoscored.com. [Acedido em 3 Setembro 2018].
- [83] "Opta Sports," [Online]. Available: www.optasports.com. [Acedido em 15 Setembro 2018].
- [84] M. Pestana e J. Gageiro, M. H. Pestana and J. N. Gageiro,, Lisboa: *Análise de Dados para as Ciências Sociais - A Complementariedade do SPSS*, 2008.
- [85] J. Esteves, "Afetação do cansaço nas capacidades visuais dos atletas," Braga, 2013.
- [86] M. Phillippa e B. Yanchub, *Frequency and Distribution of Refractive Error in Adult Life: Methodology and Findings of the UK Biobank Study*, 2 Outubro 2015.
- [87] O. Rokiah e M. Yau, "Visual efficiency among teenaged athletes and non-athletes," *Int J Ophthalmol*, nº 10, pp. 1460-1464, 2017.
- [88] A. Abbas e K. Medhi, "Binocular and Accommodative Characteristics in a Normal Population," *Strabismus*, nº 25, pp. 5-11, 2017.
- [89] K. Sakamoto e R. Sasaki, "Comparison of Kicking Speed between Female and Male Soccer Players," *Procedia Engineering*, vol. 72, pp. 50-55, 2014.
- [90] FIFA, "Laws of the game," 2007. [Online]. Available: https://www.fifa.com/mm/document/affederation/federation/laws_of_the_game_0708_10565.pdf. [Acedido em 16 Setembro 2018].

- [91] Y. Kuan e N. Zuhairi, "Visual reaction time and visual anticipation time between athletes and non-athletes," *Malasyan Journal of Public Health Medicine*, vol. 1, pp. 135-141, 2018.
- [92] R. Yerkes e J. Dodson, "Yerkes RM, Dodson JD The relation of strength of stimulus to rapidity of habit-formation," *Journal of Comparative Neurology and Psychology*, vol. 18, pp. 459-482, 1908.
- [93] P. Broadhurst, "Emotionality and the Yerkes-Dodson Law," *Journal of Experimental Psychology*, p. 54, 1956.
- [94] K. Anderson, W. Revelle e M. Lynch, "Caffeine, impulsivity, and memory scanning: A comparison of two explanations for the Yerkes-Dodson Effect.," *Motivation and Emotion*, vol. 13, pp. 1-20, 1989.
- [95] "Research Gate," [Online]. Available: https://www.researchgate.net/figure/The-Yerkes-Dodson-Law-4_fig1_249649612. [Acedido em 14 Setembro 2018].
- [96] S. Arent e D. Landers, "Arousal, anxiety, and performance: A reexamination of the Inverted-U hypothesis," *Research Quarterly For Exercise And Sport*, vol. 74, nº 4, pp. 436-444, 2003.
- [97] J. Williams, "In Applied sport psychology: Personal growth to peak performance," em *Arousal-Performance Relationships*, Boston, McGraw-Hill, 2010, p. 229.
- [98] R. Hickson, "Interference of strength development by simultaneous training for strength and endurance," *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, pp. 255-263, 1980.
- [99] D. Hebb, "Drives and the CNS," *Psychol Review*, pp. 243-254, 1995.
- [100] D. Laby, D. Kirschen e P. Pantall, "The visual function of olympic-level athletes-an initial report," *Eye Contact Lens*, vol. III, nº 37, pp. 116-122, 2011.

[101 P. Dalgaard, Introductory Statistics with R, Springer Science & Business Media., 2008, pp.
] 97-98.

8 Anexos

8.1 Anexo 1: Declaração de consentimento informado

Declaração de consentimento informado

O presente documento, em conformidade com da lei 67/98 de 26 de Outubro (proteção de dados pessoais) e a declaração de Helsínquia da Associação Médica Mundial (Helsínquia 1964; Tóquio 1975; Veneza 1983; Hong Kong 1989; Somerset West 1996; Edimburgo 2000; Seul 2008) tem como finalidade informá-lo, de forma legível e clara, acerca das etapas e possíveis riscos inerentes ao estudo para o qual se está a voluntariar, intitulado **“Influencia da atividade física no erro refrativo e estado fórico em atletas”**

Para efeitos de avaliação serão efetuados os seguintes exames:

- Aferição da Dominância (olho, pé e mão)
- Acuidade Visual (estática e dinâmica)
- Refração Objetiva
- Forias
- Estereopsia
- Flexibilidade Acomodativa
- Tempo de reação

Declaro que os procedimentos optométricos acima descritos não sujeitam o paciente a qualquer tipo de técnica invasiva, desta forma os mesmos não acarretam qualquer risco associado à participação no estudo.

Ao decidir participar neste estudo terá a vantagem de saber em que estado estão as suas capacidades visuais e a sua influência no contexto desportivo.

Ao assinar o presente documento o paciente declara que:

Lhe foi fornecida informação adequada e foi igualmente dada a oportunidade de colocar qualquer questão, tendo sido respondida de modo satisfatório.

Entende que é importante para a sua saúde e desenvolvimento adequado do projeto, seguir as instruções dadas pelo investigador principal e pelo co-investigador.

Compreende que pode recusar a qualquer momento a participação no estudo.

Concorda que os dados obtidos sejam utilizados de forma anónima com os fins científicos ou académicos que a equipa investigadora considerar apropriados.

Vila do Conde, _____ de _____ de 2017

O paciente _____

Assinatura _____

O co-investigador: Carlos Baptista Assinatura: _____

8.2 Anexo 2: Ficha de avaliação

Ficha de Avaliação

Nome			
Data de Nascimento		Posição	

Acuidade visual estática	OD		OE		AO	
Acuidade visual dinâmica	OD		OE		AO	
Refração Objetiva	OD			OE		
Forias	VL			VP		
Estereopsia	VP					
Flexibilidade acomodativa (VP)	OD		OE		AO	
Tempo de reação	Total		Sensorial		Motora	
Dominância	Olho		Pé		Mão	
Observações						